Elettronica e telecomunicazioni

ANNO LII
NUMERO 3
DICEMBRE 2003

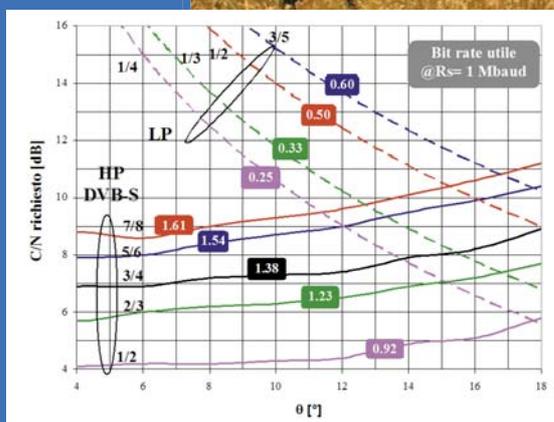
Editoriale

Il sistema DVB-S2
di seconda generazione per la
trasmissione via satellite e Unicast

DVB-T e Servizi di Accesso per i cittadini disabili

All'EBU Village

Il Paese della Pubblicità

Metadati e Modellazione:
Lo standard P_META - Parte II

Elettronica e telecomunicazioni

Edizione ottimizzata per la stampa.
La rivista è disponibile su web
alla URL www.crit.rai.it/eletel.htm

Anno LII
N° 3
Dicembre 2003

Rivista quadrimestrale a cura della Rai

Direttore responsabile
Gianfranco Barbieri

Indice

Editoriale

ing. Gianfranco **Barbieri**
Direttore di
"Elettronica e
Telecomunicazioni"

Lo standard DVB-S per la diffusione da satellite di programmi televisivi digitali è stato introdotto nel 1994 come norma europea ed oggi è operativo in tutto il mondo. Dal 1997 la tecnologia della TV satellitare ha subito una certa evoluzione. Nuovi schemi per la codifica di canale combinati con formati di modulazione a più livelli aprono la porta a soluzioni alternative che offrono un incremento della capacità trasmissiva, a parità di EIRP e di larghezza di banda del canale, dell'ordine del 30%.

Il primo articolo di questo numero contiene una descrizione dettagliata del sistema di diffusione da satellite di seconda generazione (denominato DVB-S2), sviluppato in ambito DVB con il contributo rilevante del Centro Ricerche Rai e la cui norma è stata recentemente approvata dal Joint Technical Committee EBU/CENELEC/ETSI. Le prestazioni del sistema ne fanno uno strumento radicalmente innovativo: funzionamento con flussi di ingresso singoli e multipli, continui o a pacchetti; possibilità di operare in condizioni Quasi-Error-Free in condizioni prossime al limite di Shannon; offerta di una vasta gamma di rapporti di codifica (da ¼ a 9/10) e 4 possibili "costellazioni" di modulazione; conseguimento di una efficienza spettrale variabile tra 2 bit/secondo/Hz e 5 bit/secondo/Hz. Il sistema è ottimizzato per consentire l'erogazione di una molteplicità di servizi e di applicazioni: servizi di TV digitale multiprogramma e HDTV sia direttamente all'utente individuale (DTH) che agli impianti condominiali (SMATV); servizi interattivi (incluso l'accesso ad Internet) sia verso i decoder satellitari che verso i Personal Computers attuando il canale di ritorno mediante le varie soluzioni sviluppate dal DVB.

Il secondo articolo affronta una tematica che è stata più volte ripresa su questa rivista e che riflette un'area di attività su cui la Rai in quanto servizio pubblico ha sempre investito risorse: i servizi alle persone disabili. Le tecnologie digitali offrono nuove e più efficaci soluzioni per lo sviluppo di servizi destinati agli utenti che necessitano di particolare assistenza nell'accesso e nella fruizione dei programmi; l'evoluzione verso la TV digitale terrestre e l'introduzione del nuovo standard DVB-T costituisce una occasione per ripensare su basi innovative l'erogazione dei suddetti

servizi. Nell'articolo viene fatto cenno all'attività dell'EBU che, nel contesto delle sue iniziative di coordinamento degli sforzi tra i vari radiodiffusori europei, ha creato un Gruppo di Lavoro di carattere interdisciplinare avente il mandato di studiare i vari aspetti legati alla produzione di nuovi servizi di accesso e proporre soluzioni per la loro attuazione.

Continua, infine, l'appuntamento con le problematiche relative all'uso dei Metadati nella produzione e distribuzione dei contenuti audiovisivi. In questo numero vengono descritti gli strumenti offerti dallo standard P_Meta e vengono riportati alcuni esempi di possibili applicazioni.

Il sistema DVB-S2 di seconda generazione per la trasmissione via satellite e Unicast

ing. Alberto **Morello**, Direttore
ing. Vittoria **Mignone**

Rai
Centro Ricerche e
Innovazione Tecnologica
Torino

Sommario

A dieci anni dalla definizione del notissimo DVB-S, sistema di diffusione televisiva via satellite attualmente operativo in tutto il mondo, nel corso del 2003 il consorzio Europeo DVB (Digital Video Broadcasting) ha sviluppato il sistema di seconda generazione per la trasmissione satellitare, denominato DVB-S2. Tale sistema beneficia dei più recenti sviluppi nella codifica di canale (utilizza i codici a controllo di parità LDPC, dall'inglese "Low Density Parity Check") combinati con vari formati di modulazione (QPSK, 16APSK e 32APSK). Oltre che per i servizi diffusivi, il sistema può essere impiegato per applicazioni interattive punto-punto, come l'accesso a Internet, e implementare l'ACM (Adaptative Coding & Modulation), che consente di ottimizzare lo schema di modulazione e codifica a seconda delle condizioni di canale.
Per consentire al DVB-S di continuare ad operare durante il periodo di transizione, lo standard DVB-S2 prevede modi di trasmissione "compatibili" con i decoder (Set-Top-Box, STB) satellitari di prima generazione.

1. Introduzione

Il consorzio DVB (*Digital Video Broadcasting*) fu costituito nel Settembre del 1993, e le prime attività furono dedicate allo sviluppo delle specifiche tecniche per la diffusione della televisione digitale da satellite DVB-S [1], attualmente usata dalla maggior parte degli operatori satellitari nel mondo. Nel decennale della nascita del DVB nasce il DVB-S2 [2], sistema di seconda generazione per la trasmissione via satellite.

Il sistema DVB-S2 è stato progettato per varie applicazioni satellitari a larga banda: servizi diffusivi di TV a definizione standard (SDTV, *Standard Definition TeleVision*) e ad alta definizione (HDTV, *High Definition TeleVision*), applicazioni interattive per l'utenza domestica e professionale, compreso l'accesso ad Internet, servizi professionali di contribuzione TV ed SNG (*Satellite News Gathering*), distribuzione di segnali TV a trasmettitori digitali terrestri VHF/UHF, distribuzione dati e di siti Internet (*Internet trunking*).

Sono tre i concetti chiave in base a cui lo standard DVB-S2 è stato definito:

- maggiore capacità trasmissiva rispetto ai sistemi di prima generazione ed in particolare al DVB-S,
- totale flessibilità,
- ragionevole complessità del ricevitore.

Per ottenere il bilanciamento tra prestazioni e complessità, il DVB-S2 si avvale dei più recenti sviluppi nella codifica di canale e nella modulazione.

La scelta del "motore" è stata il risultato di una gara fra sette diverse proposte, il cui confronto ha richiesto la simulazione di un milione di Gigabit, 40.000 giorni di elaborazioni al computer (riferimento: CPU Pentium IV a 2GHz). Le proposte in gara erano basate su codici convoluzionali concatenati in modo seriale o parallelo (cosiddetti turbo codici), turbo codici a prodotto (*turbo product codes*), codici LDPC (*Low Density Parity Check*), tutti utilizzanti tecniche di decodifica SISO (*Soft Input-Soft Output*) iterative. Le simulazioni hanno valutato la distanza di ciascun schema dal limite di Shannon nel piano "capacità – rapporto segnale rumore C/N", per 4 valori di efficienza spettrale (1, 1.5, 2, 2.5 bit/s/Hz) assumendo un canale lineare AWGN (*Additive White Gaussian Noise*). La massima complessità ammessa per il decoder era fissata in 14 mm^2 di silicio, con tecnologia[Nota 1] 0,13 µm, e la velocità di simbolo di riferimento di 55 Mbaud.

Sorprendentemente, risultò vincente la proposta basata sui codici LDPC, una famiglia di codici a blocco molto semplici, con struttura algebrica molto limitata, scoperti da Gallager nel 1960 [3], ma di cui soltanto oggi i progressi della tecnologia dei microcircuiti consentono di realizzare i sofisticati algoritmi di decodifica nei prodotti consumer.

Le caratteristiche dello schema prescelto [4], con prestazioni a soli 0.6 - 1.2 dB dal limite di Shannon, sono[Nota 2]:

- la grande lunghezza del blocco di codifica LDPC (64800 bit per blocchi cosiddetti normali e 16200 bit per blocchi corti);

- l'elevato numero di iterazioni in decodifica (circa 50 interazioni SISO); dev'essere sottolineato che la struttura di codifica mostra periodicità utilizzabili per realizzare decodificatori con alto parallelismo;

- la concatenazione con un codice esterno BCH (*Bose-Chaudhuri-Hocquenghem*) (senza nessun interlacciamento), definito dai progettisti come un "margine di sicurezza a basso costo contro eventuali errori residui non prevedibili ad elevati rapporti C/N"[Nota 3] (*error floor*).

Quattro sono i tipi di modulazione presenti nella norma DVB-S2 (vedi figura 1): QPSK (*Quadrature Phase Shift Keying*), 8PSK, 16APSK (*Amplitude Phase Shift Keying*), 32APSK. I parametri delle modulazioni 16APSK e 32APSK sono stati ottimizzati per operare su un transponder non lineare, collocando i vari punti su cerchi;

Nota 1 - Dal 2004 sarà disponibile per i prodotti elettronici consumer una tecnologia di 0,09 µm

Nota 2 - Per meglio comprendere la complessità di tali schemi si può ricordare che il decodificatore di Viterbi soft-decision dei sistemi DVB-S e DVB-DSNG decide su blocchi di soli 100 simboli senza iterazioni ed il decodificatore RS (Reed Solomon) su blocchi di circa 1600 bit (con un fattore 12 di interlacciamento), offrendo prestazioni già abbastanza buone (vedi fig. 5), a circa 3 dB dal Limite di Shannon.

Nota 3 - imputabili a imprevedibili cambi di pendenza della curva di prestazioni per valori C/N elevati.

comunque le loro prestazioni su un canale lineare sono paragonabili rispettivamente con quelle delle modulazioni 16QAM e 32 QAM.

L'adozione nel DVB-S2 di queste tecniche innovative di codifica e modulazione garantisce un aumento di capacità dell'ordine del 30% rispetto al DVB-S nelle stesse condizioni di trasmissione, in modalità CCM (*Constant Coding & Modulation*, letteralmente Modulazione e Codifica Costanti), ossia con parametri di trasmissione fissi.

Nelle applicazioni punto-punto, come l'IP Unicast, il guadagno del DVB-S2 rispetto al DVB-S può essere ancora maggiore. La funzionalità ACM (*Adaptive Coding & Modulation*, letteralmente Modulazione e Codifica Adattative) permette infatti di variare lo schema di modulazione ed i livelli di protezione dagli errori ad ogni nuovo blocco elementare di codifica, ottimizzando il sistema di trasmissione alle condizioni di ricezione d'utente. Per informare il trasmettitore delle condizioni di ricezione del singolo utente, il sistema deve operare "ad anello chiuso", utilizzando un canale di ritorno via telefono o satellite.

Il DVB-S2 è così flessibile da adattarsi a tutti i tipi di transponder satellitari esistenti, grazie ad un'ampia varietà di efficienze spettrali e rapporti segnale/rumore C/N richiesti. Inoltre, è progettato per trattare una grande varietà di formati audio-video e di dati, dall'MPEG-2 attualmente utilizzato negli standard DVB, a quelli che il progetto DVB sta attualmente definendo per le applicazioni future (H264 e VC9). Il sistema DVB-S2 si adatta a qualunque formato di flusso di dati in ingresso, compresi flussi digitali MPEG *Transport Stream* (TS), singoli o multipli, IP e ATM. Questo fa si che anche se in futuro verranno definiti altri formati, essi potranno essere impiegati senza bisogno di modificare il sistema.

Il sistema DVB-S2 è strutturato come una "scatola di attrezzi" ("*Tool-Kit*"), insieme di tecniche che permettono di coprire tutte le aree applicative, realizzabili in "single-chip" con complessità ragionevole, per permettere di utilizzare prodotti destinati al mercato di massa anche per applicazioni professionali.

Fig. 1 - Le 4 possibili costellazioni DVB-S2 prima dello "scrambler" a livello fisico.

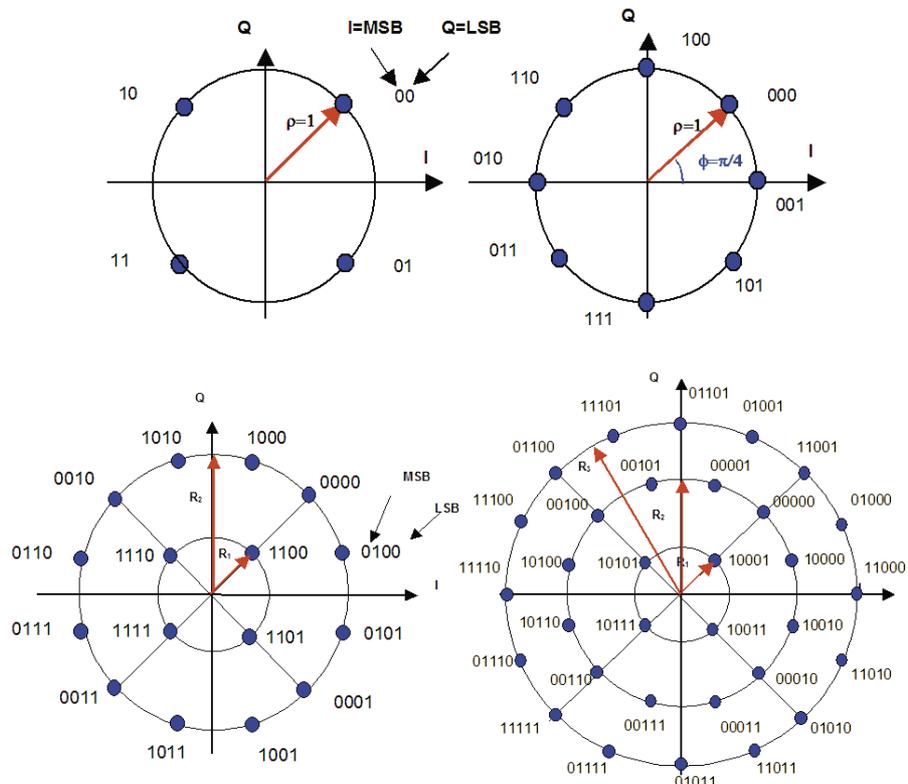
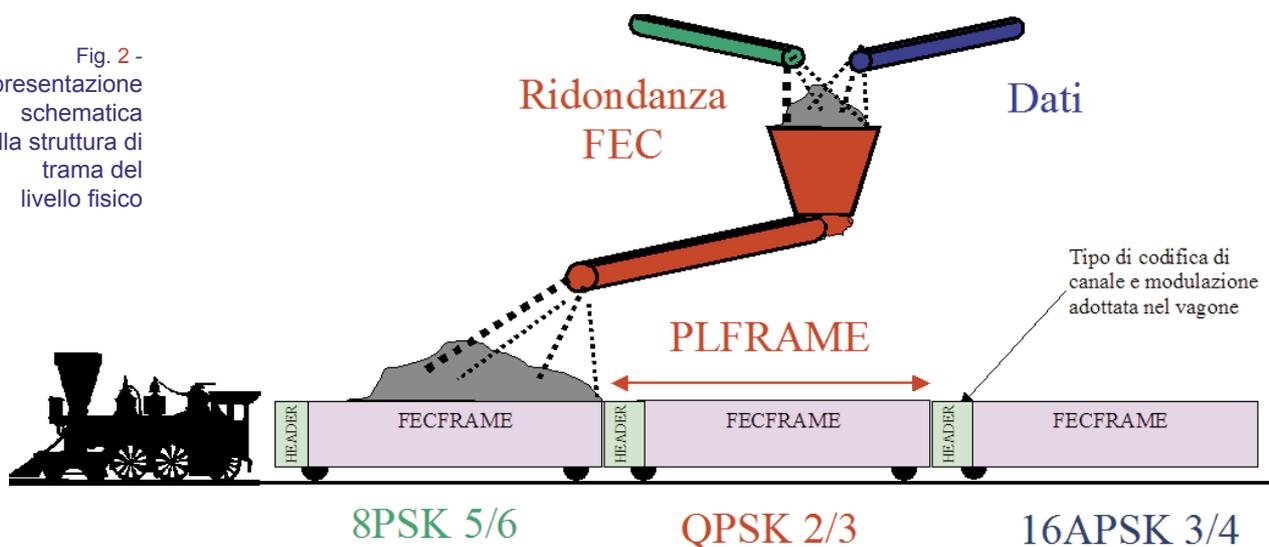



Fig. 2 - Rappresentazione schematica della struttura di trama del livello fisico

2. L'architettura del sistema

Il sistema DVB-S2 è stato progettato in base a due livelli di trama del segnale:

- il primo, a livello fisico (PL, *Physical Layer*), che trasporta pochi bit di segnalazione molto protetti;

- il secondo, a livello di banda base (BB, *BaseBand*), che trasporta molti bit di segnalazione, per consentire la massima flessibilità di adattamento del segnale di ingresso.

2.1 Struttura di trama del livello fisico

Il primo livello di trama è stato progettato in modo tale da consentire di rivelare la modulazione e i parametri di codifica prima della demodulazione e della decodifica FEC e garantire la possibilità di sincronizzare il ricevitore (recupero di portante e fase, sincronizzazione di trama) in condizioni di C/N molto critiche, dettate dalle alte prestazioni del FEC.

Il livello fisico del DVB-S2 è composto da una sequenza regolare di "vagoni" periodici (figura 2), costituenti la trama di livello fisico, denominati PLFRAME: all'interno di un vagone, lo schema di modulazione e codifica è omogeneo, ma può variare in modalità VCM (*Variable Coding & Modulation*) in vagoni adiacenti. Indipendentemente dall'applicazione (CCM o VCM), ogni PLFRAME è composto da:

° un carico utile FECFRAME di 64800 bit (FECFRAME normale) o 16200 bit (FECFRAME corto), corrispondente a un blocco codificato LDPC/BCH, generato codificando i bit d'utente secondo lo schema FEC scelto;

° L'intestazione del PLFRAME denominata PLHEADER, contenente informazioni per la sincronizzazione e la decodifica: tipo di modulazione e tasso di codifica FEC, lunghezza del FECFRAME, presenza/assenza di simboli pilota per facilitare la sincronizzazione.

L'intestazione del PLFRAME è composta sempre da 90 simboli (che usano una modulazione binaria $\Pi/2$ BPSK) e il carico utile da un numero intero multiplo di 90 simboli (ad esclusione dei simboli pilota).

Poiché l'intestazione del PLFRAME è la prima entità ad essere decodificata dal ricevitore, non può essere protetta dal potente schema LDPC/BCH. D'altra parte esso deve poter essere ricevuto correttamente anche nelle peggiori condizioni di collegamento; si è pertanto ridotto al minimo (7) il numero di bit di segnalazione, per diminuire la perdita di efficienza globale, e per ridurre la complessità della decodifica sono stati protetti con un codice a blocco specifico con tasso di codifica molto basso 7/64, adatto per decodifica a correlazione con *soft-decision*. Nel caso peggiore, assumendo un FECFRAME di 64800 bit, l'efficienza del PLFRAME è 99,3% (in assenza di simboli pilota).

2.2 Struttura di trama di banda base

La trama di banda base permette invece una segnalazione più completa della configurazione trasmissiva, con indicazione della molteplicità dei flussi d'ingresso (singolo o multiplo), del tipo (generico GS, dall'inglese *Generic Stream* o TS, *Transport Stream*), e della modalità di trama, CCM o ACM.

Grazie alla protezione del codice FEC LDPC/BCH e alla lunghezza dei blocchi di codifica, l'intestazione del blocco elementare della struttura di banda base, denominato BBFRAME, può contenere molti bit di segnalazione (80), senza perdere efficienza trasmissiva e neppure robustezza contro il rumore.

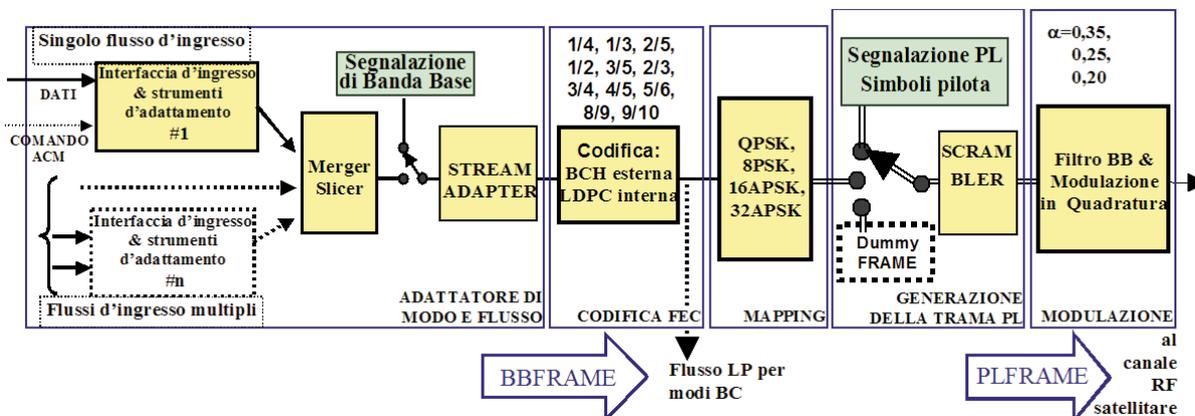
L'intestazione BB trasporta quindi altre importanti informazioni di segnalazione come: etichetta dei flussi all'ingresso del modulatore, descrizione della posizione e delle caratteristiche dei pacchetti d'utente, indicazione della presenza di bit di riempimento (*padding bits*) nel BBFRAME trasmesso, segnalazione della messa in funzione di specifici strumenti (funzione di cancellazione dei pacchetti nulli (*null packets*), funzione di sincronizzazione del flusso di ingresso, come descritto in [6], segnalazione del coefficiente di *roll-off* adottato[Nota 4].

Nota 4 - Il fattore di roll-off non deve essere segnalato a livello fisico, poiché la ricezione è possibile (sub-ottima) anche assumendo un roll-off sconosciuto.

2.3 Diagramma a blocchi del sistema

Il sistema DVB-S2 è composto da una sequenza di blocchi funzionali, come descritto in Figura 3 [2].

Il blocco identificato come **Adattatore di modo e di flusso** svolge funzioni legate all'applicazione. Esso fornisce l'interfac-

Fig. 3 - Schema a blocchi funzionale del sistema DVB-S2.

cia per il flusso di ingresso[Nota 5], strumenti opzionali richiesti per l'ACM (ad esempio per la sincronizzazione[Nota 6] e la cancellazione dei pacchetti nulli nel caso di flussi di ingresso di tipo TS[Nota 7]) e inserisce la codifica CRC (*Cyclic Redundancy Check*) per permettere al ricevitore di rivelare la presenza di errori nel flusso ricevuto.

Oltre a ciò, nel caso di ingressi multipli, esso unisce i flussi di ingresso (**Merger**) per poi suddividerli (**Slicer**) in blocchi del codice FEC. Questi ultimi sono composti da bit presi da una sola porta di ingresso da trasmettere in modo omogeneo (stessa modulazione e codice FEC).

Si inserisce poi l'intestazione di banda base (80 bit) davanti al Campo Dati per informare il ricevitore del formato del flusso di ingresso e del tipo di "adattamento" utilizzato. Nel caso i dati utente disponibili per la trasmissione non siano sufficienti a riempire completamente il BBFRAME, si provvederà a completarlo con bit di riempimento. In ultimo, nel blocco denominato "**Stream Adapter**" il BBFRAME viene moltiplicato per una sequenza pseudocasuale (**Scrambler**), che uniformemente distribuisce gli zeri e gli uno del BBFRAME, evitando la presenza di sequenze critiche per il codice FEC.

Il blocco **Codifica FEC** effettua la codifica concatenata del codice esterno BCH e del codice interno LDPC. I rapporti di codifica del codice LDPC interno sono 1/4, 1/3, 2/5, 1/2, 3/5, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6, 8/9, 9/10, da scegliersi congiuntamente allo schema di modulazione in base ai requisiti del sistema. I rapporti 1/4, 1/3 e 2/5 sono stati introdotti per operare in combinazione con lo schema di modulazione QPSK, per collegamenti di bassa qualità, dove il livello del segnale è al di sotto del livello di rumore. Le simulazioni al computer hanno dimostrato la superiorità di tali modalità rispetto alla modulazione BPSK combinata con velocità di codifica 1/2, 2/3 e 4/5. A seconda dell'area di applicazione i blocchi di codice FEC (FECFRAME), possono avere una lunghezza di 64800 o 16200 bit. L'introduzione di due possibili valori è stata dettata da due opposte necessità. Le prestazioni in funzione del rapporto C/N migliorano al crescere della lunghezza dei blocchi di codifica, ma aumenta anche molto il ritardo globale della catena trasmissiva. Quindi, per applicazioni non critiche per i ritardi (come ad esempio la diffusione di programmi), sono preferibili i blocchi lunghi, mentre per le applicazioni interattive un blocco più corto può essere più efficiente, in quanto un pacchetto di informazione "corto" viene immediatamente messo in onda dalla stazione trasmittente. La modulazione e il codice FEC sono costanti all'interno del FECFRAME, e possono cambiare in differenti FECFRAME nelle modalità VCM e ACM. Oltre a ciò il segnale trasmesso può contenere FECFRAME corti e normali. Per le modulazioni 8PSK, 16APSK e 32APSK ai bit codificati FEC si applica un interallacciatore di bit, per separare i bit assegnati allo stesso punto della costellazione in trasmissione.

Il blocco **Mapping** associa i bit alla costellazione: QPSK, 8PSK, 16APSK o 32APSK a seconda dell'applicazione. Tipicamente, per applicazioni broadcast vengono proposte le costellazioni QPSK e 8PSK, poiché sono di fatto modulazioni

Nota 5 - Le sequenze di ingresso possono essere flussi di trasporto TS singoli o multipli, flussi generici GS singoli o multipli, a pacchetti o continui.

Nota 6 - L'elaborazione dati nel DVB-S2 può generare ritardi di trasmissione variabili. Questo blocco permette di garantire velocità e ritardi di trasmissione globali costanti (per flussi di ingresso a pacchetti).

Nota 7 - Per ridurre la velocità di informazione e aumentare la protezione dagli errori nel modulatore. Il processo permette il reinserimento dei pacchetti nulli nel ricevitore, nel punto esatto in cui si trovavano all'origine.

ad inviluppo costante e possono essere usate su transponder da satellite non lineari portati vicino alla saturazione. Le modalità 16APSK e 32APSK invece sono principalmente orientate ad applicazioni professionali; possono anche essere impiegate per il broadcasting, ma richiedono la disponibilità di un più elevato livello di C/N al ricevitore e l'adozione di avanzati metodi di pre-distorsione nella stazione di up-link per attenuare gli effetti di non-linearità del transponder. Sebbene non permettano efficienze di potenza analoghe agli schemi ad inviluppo costante, offrono però maggiore capacità trasmissiva.

Il blocco di **Generazione della trama PL,** sincrono con i FECFRAME, gestisce l'inserzione dell'intestazione di livello fisico e dei simboli pilota opzionali (2,4 % di perdita di capacità), di PLFRAME fittizi (**Dummy Frame**) in assenza di dati utili pronti per la trasmissione, e la moltiplicazione per una sequenza pseudocasuale (**Scrambler**) per la dispersione dell'energia.

Il **filtraggio in banda base e la modulazione in quadratura** si applicano per modellare lo spettro del segnale e per generare il segnale RF. Il filtro usato in trasmissione è la radice quadrata del filtro a coseno rialzato con tre possibili coefficienti di roll-off α: 0.35 per continuità con il DVB-S, 0.25 e 0.20 per i casi in cui vi siano maggiori limitazioni di banda.

2.4 I modi compatibili con i sistemi di prima generazione

Il successo ottenuto dal DVB-S ha portato ad una elevata diffusione dei ricevitori DVB-S per l'utente consumer. Questo mercato consolidato rende molto difficile pensare ad un brusco cambiamento tecnologico verso il DVB-S2 per molti broadcaster, anche tenendo conto del fatto che, essendo spesso i ricevitori forniti in comodato d'uso, una mutazione tecnologica comporterebbe investimenti notevoli da parte degli operatori per la sostituzione dei decoder DVB-S. Inoltre esistono servizi pubblici gratuiti, che nel caso di un passaggio al DVB-S2 non potrebbero più essere fruiti con gli attuali ricevitori DVB-S. In uno scenario di questo tipo, il DVB ha ritenuto importante prevedere per il periodo di transizione la possibilità di avere la compatibilità con i sistemi preesistenti, per mantenere in operatività i sistemi DVB-S e contemporaneamente permettere di aumentare la capacità trasmissiva per i servizi dedicati ai nuovi più sofisticati ricevitori DVB-S2. Solo alla fine del processo di transizione, quando l'intero parco ricevitori DVB-S sarà stato sostituito da ricevitori DVB-S2, il segnale trasmesso dovrebbe essere modificato verso il sistema non compatibile, così da sfruttare completamente le potenzialità del DVB-S2.

Per poter realizzare lo scenario di transizione appena descritto, nel DVB- S2 sono state dunque inserite, in modo opzionale, modalità trasmissive compatibili con il sistema DVB-S. Lo standard prevede di inviare su un singolo canale satellitare due flussi di dati TS, con livelli diversi di protezione dagli errori, il primo ad Alta Priorità (*High Priority*, HP), compatibile con i ricevitori DVB-S (secondo la norma ETSI EN 300421) [1], e anche con i ricevitori DVB-S2, il secondo a Bassa Priorità (*Low Priority*, LP), compatibile soltanto con i ricevitori DVB-S2 [8].

La compatibilità con i sistemi precedenti può essere realizzata attraverso due approcci:

- **modulazioni stratificate** (*Layered Modulations*), dove un segnale DVB-S2 e uno DVB-S sono combinati in modo asincrono sul canale a radio-frequenza, con il segnale

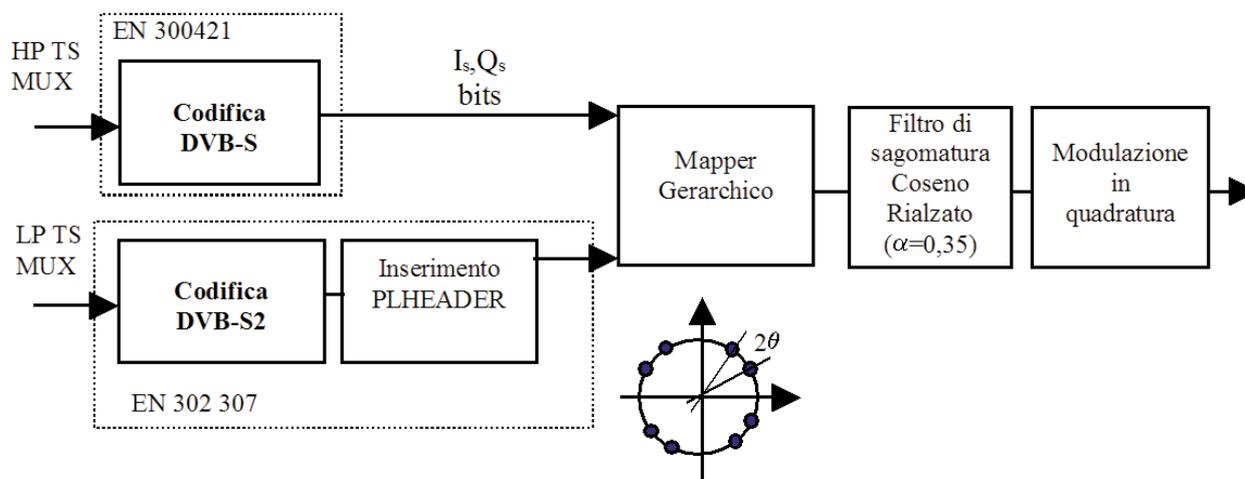



Fig. 4 - Diagramma dello schema a blocchi funzionale di un sistema DVB-S2 gerarchico, compatibile con i ricevitori DVB-S:.

DVB-S trasmesso ad un livello di potenza assai più elevato del DVB-S2. Poiché il segnale risultante mostra grandi variazioni di inviluppo, esso deve essere trasmesso su un transponder quasi-lineare, lontano dalla saturazione. Come alternativa, per meglio sfruttare le risorse di potenza del satellite, i segnali HP e LP, possono essere trasmessi indipendentemente sulla tratta in salita del collegamento satellitare (*up-link*), amplificati ciascuno da un amplificatore da satellite indipendente (HPA) portato vicino alla saturazione, ed essere combinati sulla tratta di discesa (*down link*). Ciò richiede però la progettazione ed il lancio di una nuova generazione di satelliti

- **modulazione gerarchica**, dove i due flussi di dati HP e LP, sono uniti in modo sincrono a livello di simbolo di modulazione su una costellazione 8PSK non uniforme[Nota 8]. Poiché il segnale risultante ha un inviluppo quasi-costante, esso può essere trasmesso su un singolo transponder, spinto quasi alla saturazione.

Nota 8 - Le modulazioni gerarchiche sono anche usate nella norma DVB-T [EN 300744].

Nel seguito viene descritta l'implementazione DVB-S2 dei modi compatibili attraverso le modulazioni gerarchiche. Lo standard non definisce invece regole per la realizzazione della compatibilità attraverso le modulazioni stratificate.

La figura 4 rappresenta schematicamente la struttura del sistema di trasmissione gerarchica: essa è composta di due rami, il primo conforme allo standard DVB-S per il flusso ad Alta Priorità (HP), il secondo che aumenta la dimensionalità della costellazione ad un 8PSK non-uniforme per il livello a Bassa Priorità (LP).

Per la modulazione gerarchica, il segnale LP è codificato BCH e LDPC, con rapporti di codifica LDPC possibili 1/4, 1/3, 1/2 o 3/5. Poi, il mapper gerarchico genera il punto della costellazione 8PSK non uniforme: i due bit HP DVB-S definiscono un punto della costellazione QPSK, mentre il bit proveniente dal codificatore DVB-S2 LDPC impone una rotazione addizionale $\pm\theta$ prima della trasmissione.

L'angolo θ può essere selezionato dall'operatore a seconda delle esigenze di servizio ed il suo valore non viene segnalato.

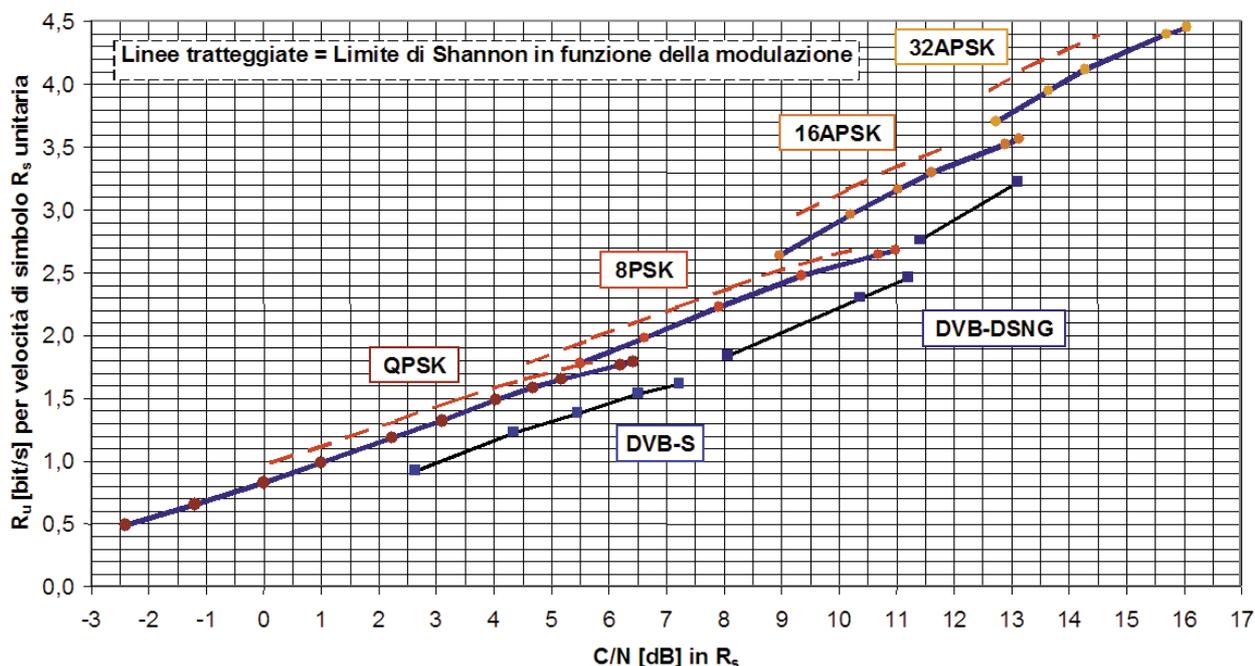



Fig. 5 - Grafico dell'efficienza spettrale in funzione del rapporto C/N (C/N si riferisce alla potenza media) richiesto, ottenuto attraverso simulazioni al calcolatore sul canale AWGN (demodulazione ideale).

3. Le prestazioni del sistema

Il DVB-S2 permette di selezionare lo schema di modulazione ed il tasso di codifica a seconda dei requisiti del servizio e delle caratteristiche del transponder da satellite impiegato. L'efficienza spettrale va da 0.5, usando la modulazione QPSK 1/4, a 4.5 bit/s/Hz, usando la configurazione 32 APSK 9/10, ed il rapporto segnale rumore da –2.4 dB a 16 dB (assumendo canale AWGN e demodulazione ideale), come illustrato in figura 5. I risultati sono stati ottenuti attraverso simulazioni al calcolatore valutanti le prestazioni dei sistemi DVB-S2 e DVB-S/DVB-DSNG [10] ad un tasso d'errore sul pacchetto (PER, Packet Error Rate) TS di 10^{-7}, corrispondente circa a un pacchetto errato per ora di trasmissione in un servizio video a 5 Mbit/s[Nota 9].

Nota 9 - Si deve segnalare che questa definizione è leggermente differente dalla definizione adottata nella norma EN 300421. Inoltre i margini d'implementazione riportati nelle normative EN 300421 e EN 301210, non sono inclusi in Figura 5.

Su canale ideale affetto esclusivamente da rumore additivo Gaussiano bianco AWGN (*Additive White Gaussian Noise*), il risultato è un aumento della capacità trasmissiva dell'ordine del 20-35% rispetto al DVB-S e DVB-DSNG nelle stesse condizioni di trasmissione, o una ricezione di 2-2.5 dB più robusta per la stessa efficienza spettrale.

Il sistema DVB-S2 può essere usato nelle configurazioni "singola portante per transponder" o "multiportante per transponder" (Multiplazione a divisione di frequenza FDM, *Frequency Division Multiplexing*).

Nella configurazioni a singola portante per transponder, la velocità di trasmissione R_s può essere adattata alla larghezza di banda BW del transponder (a –3dB), per ottenere la massima capacità trasmissiva compatibile con un degradamento accettabile del segnale dovuto alle limitazioni della larghezza di banda del transponder. Per tenere conto di possibili instabilità ter-

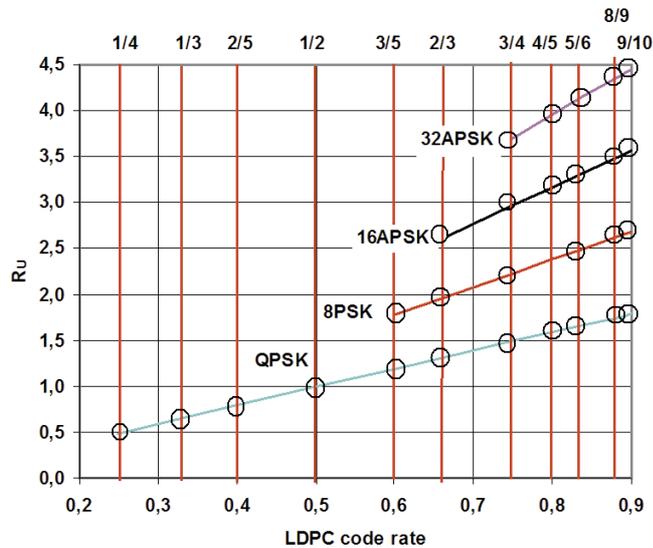



Fig. 6 - Esempi di bit-rate utile R_u in funzione del tasso di codifica LDPC per velocità di simbolo R_s unitaria

miche e di invecchiamento, bisogna fare riferimento alla maschera di risposta in frequenza del transponder. Per aumentare la capacità trasmissiva o per ridurre il degradamento si può fare uso di equalizzatori di ritardo di gruppo al trasmettitore.

Nella configurazione multi-portante FDM, R_s deve essere adattato all'intervallo di frequenza BS assegnato al servizio dal piano delle frequenze, per ottimizzare la capacità trasmissiva e contemporaneamente mantenere ad un livello accettabile le reciproche interferenze tra le portanti adiacenti.

La figura 6 mostra esempi della capacità utile R_u realizzabile dal sistema al variare della modulazione e del rapporto di codifica LDPC, assumendo R_s come velocità di simbolo. La velocità di simbolo R_s corrisponde alla larghezza di banda a –3dB del segnale modulato. R_s $(1+\alpha)$ corrisponde alla larghezza di banda teorica totale del segnale dopo la modulazione, e α rappresenta il fattore di *roll-off* della modulazione.

I valori si riferiscono alla configurazione broadcast con modalità CCM, FECFRAME di lunghezza normale (64800), nessun bit di riempimento né segnale pilota (i segnali pilota ridurrebbero l'efficienza di circa il 2.4%).

Il rapporto tipico BW/R_s o BS/R_s è $(1+\alpha) = 1.35$: questa scelta permette di rendere trascurabile il degradamento di C/N dovuto alle limitazioni della larghezza di banda del transponder ed alle interferenze del canale adiacente su un canale lineare.

L'uso di un coefficiente di *roll-off* più stretto $\alpha = 0.25$ e $\alpha = 0.20$ può consentire un aumento della capacità trasmissiva, ma può anche produrre un più ampio degradamento su canale satellitare non-lineare in funzionamento a singola portante.

Rapporti BW/R_s minori di $1+\alpha$ possono anche essere adottati, ma dovrebbero essere effettuati attenti studi caso per caso, per evitare interferenze e livelli di distorsione inaccettabili.

Le modulazione ad inviluppo quasi-costante, QPSK e 8PSK, sono molto efficienti in termini di potenza per trasmissioni via satellite in configurazioni a singola portante per transponder, poiché sono in grado di operare con il transponder portato vicino alla saturazione. Le modulazioni 16APSK e 32APSK invece, essendo intrinsecamente più sensibili alle distorsioni non lineari, richiederebbero transponder quasi-lineari (cioè con un *Output-Back-Off*, OBO, più elevato). Per migliorarne le prestazioni in termini di efficienza di potenza è possibile utilizzare tecniche di compensazione non lineare nella stazione trasmittente di terra (*up-link*) [5].

Nelle configurazioni FDM, dove più portanti occupano lo stesso transponder, quest'ultimo dev'essere mantenuto nella zona di operatività quasi-lineare (cioè con OBO elevato) per evitare eccessive interferenze

Modo di trasmissione	Senza predistorsione Senza rumore di fase	Con predistorsione dinamica Senza rumore di fase	Con predistorsione dinamica Con rumore di fase
QPSK 1/2	0.6 (OBO=0.4)	0.5 (IBO=0 dB; OBO=0.4)	0.6
8PSK 2/3	1.0 (OBO=0.3)	0.6 (IBO=0;OBO=0.4)	0.9
16APSK 3/4	3.2 (OBO=1.7)	1.5 (IBO=1.0; OBO=1.1)	1.9
32APSK 4/5	6.2 (OBO=3.8)	2.8 (IBO=3.6; OBO=2.0)	3.6

Tab. 1 - Perdita di rapporto CSAT/N [dB] su canale satellitare (risultati di simulazione). Configurazione a singola portante per transponder, punto di lavoro ottimo del TWTA (IBO=Input Back Off)

di inter-modulazione fra segnali. In questo caso, per il bilanciamento del collegamento (*link budget*), si possono adottare i valori di C/N valutati per il canale AWGN.

La tabella 1 mostra, per la configurazione a singola portante per transponder, il degradamento del rapporto C/N al punto di lavoro dell'amplificatore ad onde progressive TWTA (dall'inglese *Travelling Wave Tube Amplifier*) ottimo dal punto di vista operativo[Nota 10], ottenuto tramite simulazioni al calcolatore, usando i modelli del canale satellitare e la maschera del rumore di fase del ricevitore riportati in [2]. I casi analizzati si riferiscono a TWTA non linearizzato e rumore di fase del convertitore di frequenza d'ingresso del ricevitore LNB (dall'inglese Low-Noise Block) di tipo consumer.

C_{sat} è la potenza di una portante non modulata alla saturazione dell'amplificatore di potenza HPA (dall'inglese High Power Amplifier), OBO è il rapporto di potenza misurata in dB fra la portante non modulata alla saturazione e la portante modulata (dopo il filtro d'uscita del satellite OMUX).

I dati del degradamento dovuti al rumore di fase si riferiscono ad un algoritmo di recupero della portante basata sull'utilizzo dei "simboli pilota" [5].

I dati mostrano il grande vantaggio offerto dall'uso di algoritmi di pre-distorsione dinamica per gli schemi 16APSK e 32APSK. I degradamenti dovuti al rumore di fase per le costellazioni APSK, ed in particolare per il 32APSK, possono essere considerati pessimistici, poiché si riferiscono ad LNB di tipo consumer mentre per applicazioni professionali possono essere impiegati dispositivi migliori con costi addizionali trascurabili.

La figura 7 mostra, nel piano "rapporto C/N - efficienza spettrale", le prestazioni complessive del sistema DVB-S2 via satellite, paragonate al DVB-S e al DVB-DSNG[Nota 11]. Il guadagno del DVB-S2 nei confronti del DVB-S e del DVB-DSNG in termini di C/N, per una determinata efficienza spettrale, rimane sostanzialmente costante attorno a 2-2.5 dB, confermando il risultato ottenuto su canale AWGN. Analogamente, il guadagno di capacità ad un dato rapporto C/N disponibile si conferma in un intervallo compreso tra 0.3 e 0.4 bit/s/Hz (la perdita dovuta ai simboli pilota pari al 2.6% non è indicata, poiché i simboli piloti sono opzionali). Paragonate alle simulazioni su canale AWGN, le curve di simulazione su canale satellitare, per le costellazioni 16APSK e 32APSK, sono più allineate alle curve degli schemi QPSK e 8PSK, a causa della limitazione di

Nota 10 - Parametri di simulazione [5]: Rs=27.5 Mbaud, roll-off= 0.30 (valore non disponibile nel DVB-S2, intermedio tra 0.35 e 0.25).

Nota 11 - I punti circolettati sono stati ottenuti tramite simulazione [5], le altre configurazioni sono estrapolate. I degradamenti della Tabella 1 sono aggiunte ai dati simulati su canale AWGN, per la corrispondente costellazione, trascurando gli effetti del rapporto di codifica sul degradamento; per le configurazioni del DVB-DSNG, i degradamenti delle costellazioni M-QAM sono assimilate al corrispondente schema M-APSK.

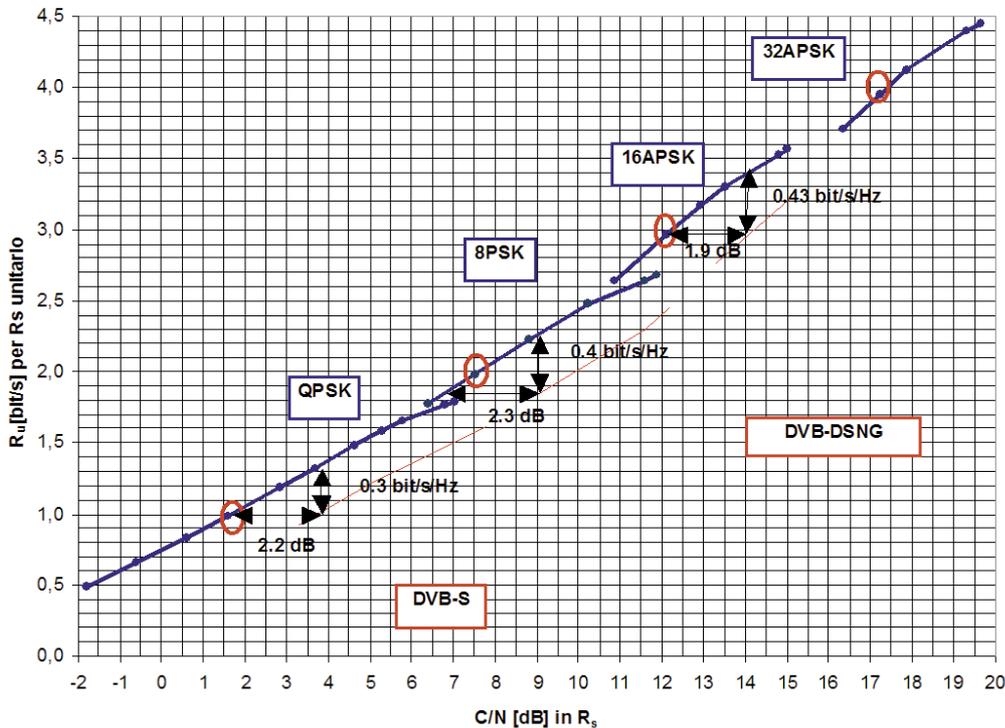



Fig. 7 - Esempi di R_u in funzione del rapporto C/N richiesto da satellite, in configurazione a singola portante per transponder.

ampiezza delle caratteristiche non-lineari del TWTA.

4. Esempi di possibili usi del sistema

Per meglio chiarire le funzionalità e la flessibilità del DVB-S2, nel seguito sono illustrati esempi che vanno dalla trasmissione televisiva basata sulle modalità CCM e VCM fino alle applicazioni TV professionali e ai servizi IP unicast per l'utente consumer.

4.1 Diffusione di televisione a definizione convenzionale SDTV in modalità CCM

La tabella 2 confronta servizi diffusivi di televisione a definizione convenzionale

Tab. 2: Esempi di confronto tra i sistemi DVB-S2 e DVB-S per diffusione Televisiva

EIRP da satellite (dBW)	51		53.7	
Sistema	DVB-S	DVB-S2	DVB-S	DVB-S2
Modulazione & codifica	QPSK 2/3	QPSK 3/4	QPSK 7/8	8PSK 2/3
Velocità di simbolo (Mbaud)	27.5 (α=0.35)	30.9 (α=0.20)	27.5 (α=0.35)	29.7 (α=0.25)
C/N (in 27.5 MHz) (dB)	5.1	5.1	7.8	7.8
Bit-rate utile (Mbit/s)	33.8	46 (guadagno=36%)	44.4	58.8 (guadagno=32%)
Numero di programmi SDTV	7 MPEG-2 15 AVC	10 MPEG-2 21 AVC	10 MPEG-2 20 AVC	13 MPEG-2 26 AVC

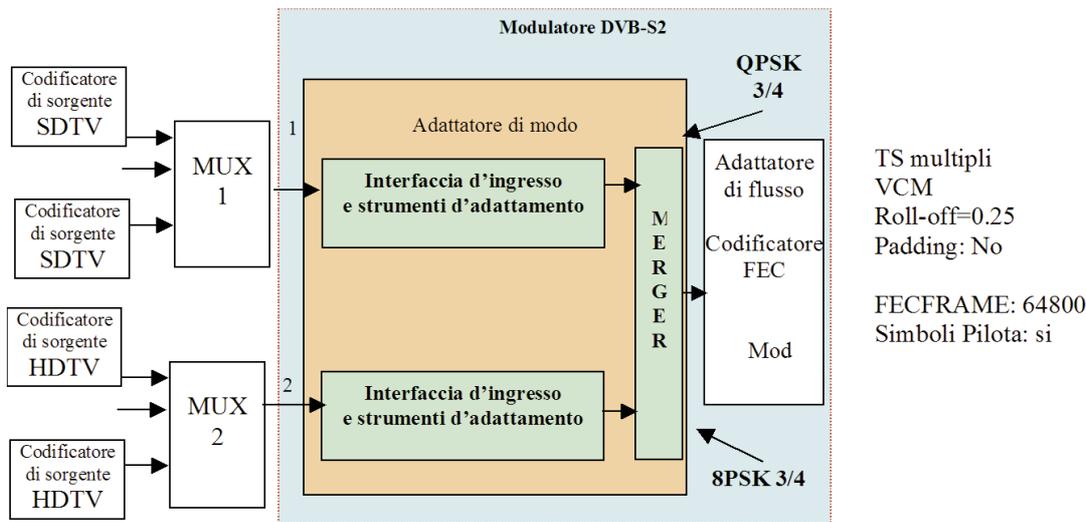



Fig. 8 - Esempio di configurazione DVB-S2 per la trasmissione SDTV e HDTV utilizzando VCM

SDTV secondo gli standard DVB-S2 e DVB-S, diffusi attraverso transponder satellitari Europei con larghezza di banda di 36 MHz, e ricevuti mediante un'antenna con diametro di 60 cm. I bit-rate utili prodotti dai codificatori video sono: 4.4 Mbit/s per una codifica tradizionale MPEG-2 o 2.2 Mbit/s utilizzando sistemi di codifica video avanzati (AVC) che il Progetto DVB sta attualmente definendo per future applicazioni. Il rapporto C/N richiesto dai due sistemi, DVB-S e DVB-S2, è stato equilibrato utilizzando modi di trasmissione diversi e sintonizzando adeguatamente il fattore roll-off e la velocità di simbolo del DVB-S2. I risultati confermano il guadagno in termini di capacità del DVB-S2 rispetto al DVB-S, pari a oltre il 30%.

Va inoltre notato come, dalla combinazione di DVB-S2 e codifica AVC, sia possibile ottenere un consistente numero (da 21 a 26) di canali SDTV per transponder, riducendo drasticamente il costo per canale della capacità trasmissiva del satellite.

4.2 Trasmissione di TV convenzionale SDTV e ad alta definizione HDTV con protezione di canale differenziata

Il sistema DVB-S2 può fornire servizi diffusivi su TS multipli, fornendo una protezione contro gli errori differente per ogni multiplex (in modalità VCM)[Nota 12].

Un'applicazione tipica è la trasmissione di un multiplex molto protetto contro gli errori per la televisione SDTV e di un multiplex meno protetto per l'HDTV. La figura 8 mostra un esempio di configurazione del lato trasmittente. Supponendo di trasmettere a 27.5 Mbaud e di utilizzare gli schemi 8PSK 3/4 e QPSK 2/3, si dispone di un bit-rate utile di 40Mbit/s per due programmi HDTV e di 12 Mbit/s per due-tre programmi SDTV. La differenza nel rapporto C/N richiesto è di circa 5 dB.

Nota 12 - Si noti che il sistema DVB-S2 non è in grado di diversificare la protezione contro gli errori all'interno dello stesso TS MUX

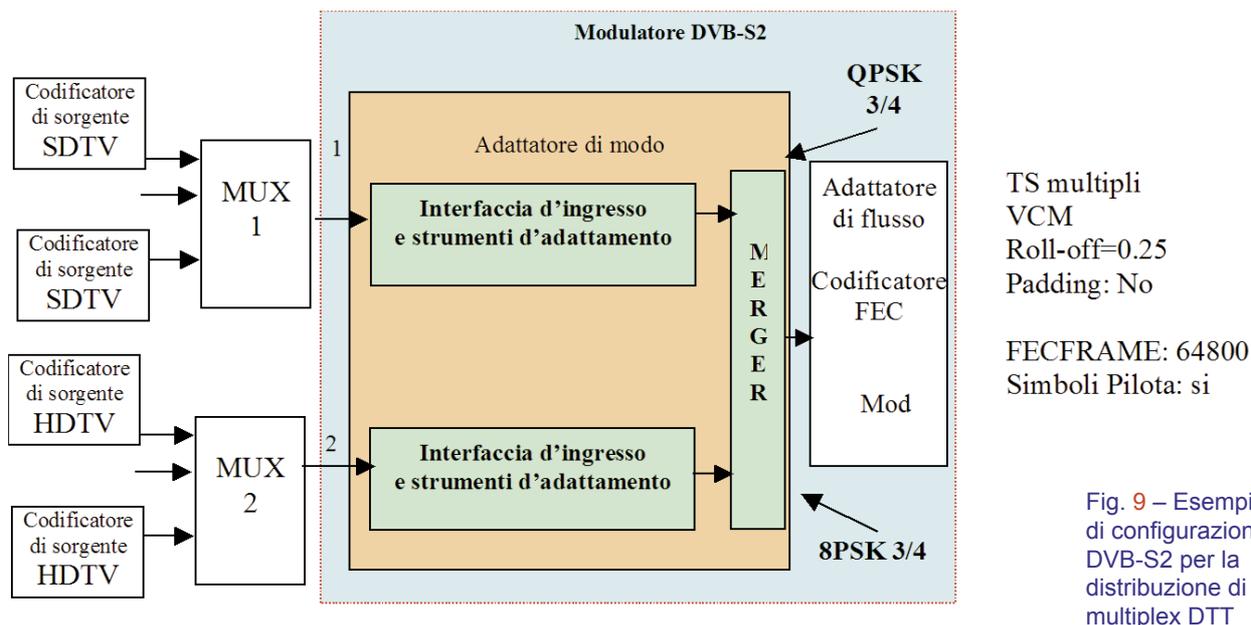



Fig. 9 – Esempio di configurazione DVB-S2 per la distribuzione di multiplex DTT

4.3 Distribuzione del multiplex MPEG multipli a trasmettitori DTT

Molti paesi del mondo stanno introducendo la televisione digitale terrestre (DTT, *Digital Terrestrial Television*) ed il satellite è uno dei mezzi candidati a distribuire i flussi MPEG ai trasmettitori digitali terrestri. I sistemi attualmente operativi si basano sul sistema DVB-S, che però permette la trasmissione di un singolo multiplex MPEG per segnale. Il risultato è che per la distribuzione di n multiplex MPEG, dovrebbero essere trasmesse n portanti per transponder, richiedendo perciò un elevato OBO dell'amplificatore satellitare HPA (o in alternativa l'uso di n transponder). L'adozione del sistema DVB-S2 permette la distribuzione di più multiplex MPEG, usando una configurazione a singola portante per transponder, ottimizzando così l'efficienza in potenza attraverso la saturazione dell' HPA del satellite.

Su un transponder a larghezza di banda BW = 36MHz può essere trasmessa una velocità di simbolo di 30 Mbaud usando un roll-off α di 0.20. Così per trasmettere due Multiplex DTT a 24 Mbit/s ciascuno, si richiede un'efficienza spettrale di 1.6 [bit/s/Hz], corrispondente a una modulazione QPSK 5/6. Il rapporto C/N richiesto è di circa 6dB in 30 MHz. La figura 9 mostra un esempio di configurazione del lato trasmittente. Per un collegamento con parametri come da tabella 3, la disponibilità del 99.9 % dell'anno medio può essere ottenuta con un'antenna in trasmissione di 3 m (con EIRP da 64 dBW), un trasponder portato quasi in saturazione a cielo chiaro, e antenne riceventi da 1.2 m. Con il modo 8PSK 2/3 del DVB-DSNG e allocando due portanti FDM con velocità di simbolo pari a 13.3 Mbaud in 36 MHz, il rapporto C/N richiesto al ricevitore sarebbe di 9 dB nella banda di ricezione. Per garantire una disponibilità del 99.9% dell'anno medio l'EIRP della stazione trasmittente deve essere di 75 dBW, il transponder del satellite portato a OBO=5.5 dB per portante a cielo chiaro e l'antenna ricevente non può avere diametro minore di 2 m. Quindi il DVB-S2 permetterà l'installazione di

antenne significativamente più piccole in ricezione (diametro quasi dimezzato) e stazioni di trasmissione più piccole[Nota 13].

4.4 ACM per servizi one–to-one

Quando viene usato per applicazioni interattive punto-punto come l'IP unicast, i vantaggi del DVB-S2 sono ancora più evidenti. L'ACM infatti permette di recuperare da 4 a 8 dB di potenza (il cosiddetto "margine da cielo chiaro"), tipicamente sprecati [Nota 13] nei collegamenti satellitari convenzionali impieganti schemi CCM, raddoppiando o addirittura triplicando la capacità media del satellite e riducendo drasticamente i costo del servizio [7]. Inoltre il guadagno dell'ACM rispetto al CCM aumenta in condizioni critiche di propagazione: quindi l'ACM è fondamentale per le bande di frequenza più alte (come ad es. la banda Ka) e per le zone climatiche tropicali.

La figura 10 [7] mostra lo schema di un collegamento da satellite ACM, composto dal Gateway (GW) ACM, dal modulatore ACM DVB-S2 , dalla stazione di up-link, dal satellite, dalla stazione satellitare ricevente(ST), collegata al gateway ACM attraverso un canale di ritorno.

Il modulatore DVB-S2 ACM opera ad una velocità di simbolo costante, poiché si assume costante la larghezza di banda del transponder. L'ACM è implementato dal modulatore DVB-S2 attraverso la trasmissione di una sequenza in multiplazione a divisione di tempo (TDM, Time Division Multiplexing) di sequenze di PLFRAME, dove il formato di codifica e modulazione possono cambiare ad ogni nuovo PLFRAME.

Quindi la continuità di servizio è ottenuta, durante i periodi con forti attenuazioni da pioggia, riducendo il bit-rate d'utente, e contemporaneamente aumentando la ridondanza FEC e/o la robustezza della modulazione.

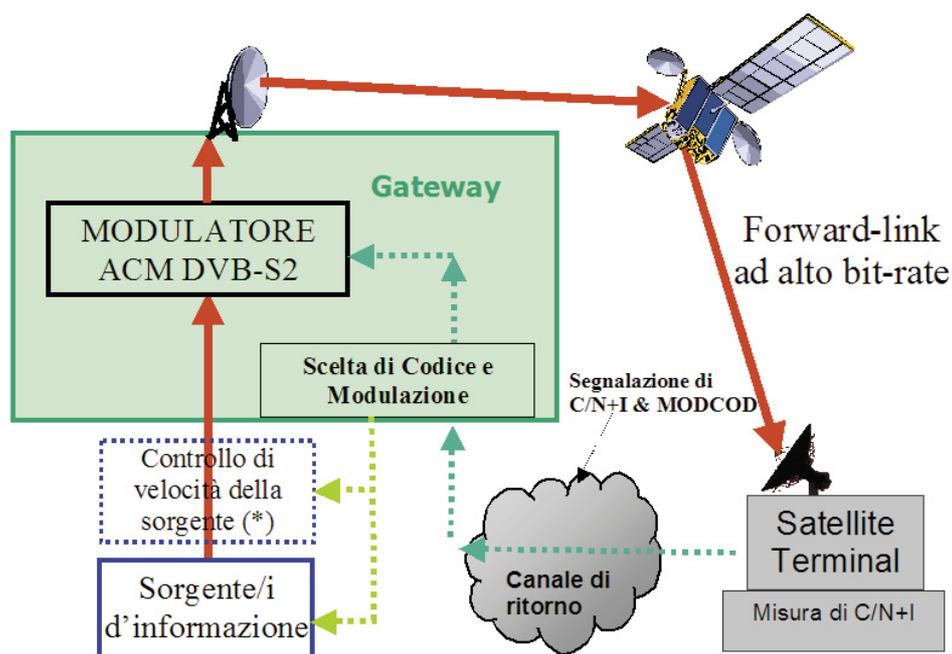
L'adattività del livello fisico è ottenuta in questo modo:

(i) ciascun terminale satellitare d'utente (ST) misura la condizione del canale

Nota 13 - La valutazione si basa sul metodo di analisi semplificato descritto in [11]. I rapporti C/N richiesti sono ricavati dalla figura 5; ad essi sono stati aggiunti margind'implementazione derivati da [1] e [10] per le diverse configurazioni.

Tab. 3 - Esempio di parametri di collegamento satellitare

Tratta in salita	Zona climatica ITU	L
	Frequenza	14.29 GHz
	Perdite atmosferiche e attenuazione da pioggia per il 99.9% dell'anno medio	0.2 +5.6 dB
Satellite	G/T(dB/°K)	4.3
	EIRP trasmesso alla saturazione: 46.5 dBW	
Tratta in discesa	Zona climatica ITU	K
	Frequenza	10.99 GHz
	efficienza d'antenna	60%
	perdite d'accoppiamento	0.5 dB
	perdite di puntamento	0.5 dB
	cifra di rumore LNB	1.1 dB
	Perdite atmosferiche e attenuazione da pioggia per il 99.9% dell'anno medio	0.1+2.4 dB

Fig. 10 - Diagramma a blocchi di un collegamento DVB-S2 in modalità ACM

(C/N + I disponibile) e lo riporta attraverso il canale di ritorno al gateway ACM;

(ii) le misure del terminale ST sono prese in considerazione dal Gateway per scegliere il livello di protezione assegnato per i pacchetti di dati indirizzati al terminale ST;

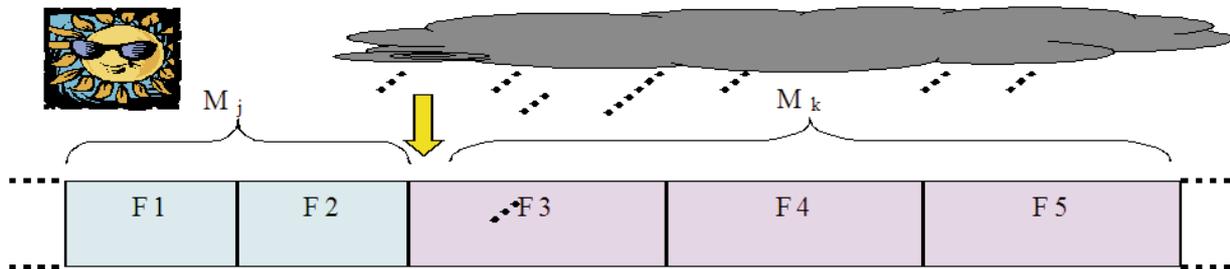
(iii) per evitare eccesso e perdita di informazione durante le perturbazioni, viene implementato un meccanismo di controllo del bit-rate utile, adattando il traffico offerto alla capacità di canale disponibile. Questa funzionalità può essere implementata in vari modi, in accordo con i requisiti specifici del servizio e con l'architettura della rete, come spiegato in [7].

Sono due i metodi [7] in cui il gateway può imporre il livello di protezione contro gli errori da applicare a una limitata porzione di dati utili:

1. attraverso il comando ACM (vedere il diagramma del sistema a blocchi in Figura 3);

2. attraverso la suddivisione dei dati di utente di più flussi (uno per ogni livello di protezione richiesto), e inserendo ognuno di questi in un differente ingresso del modulatore DVB-S2. Il modulatore applicherà un livello di protezione costante e idoneo a ciascun flusso in ingresso.

Un punto cruciale nella definizione della funzionalità ACM è il ritardo dell'anello adattativo del livello fisico, poiché è strettamente connesso alla capacità del sistema di adattarsi alle variazioni del canale di trasmissione. Se il ciclo di adattamento è veloce, la continuità del servizio può essere garantita anche durante improvvise variazioni delle attenuazioni da piog-

Fig. 11 - Variazione della protezione dagli errori dei PL FRAMEs in presenza di fading da pioggia

gia, allo stesso tempo minimizzando il margine sul rapporto segnale/rumore C/N per massimizzare la capacità complessiva del sistema. Il ritardo del ciclo di controllo deve essere mantenuto il più basso possibile: esso tipicamente include alcune decine di millisecondi per la valutazione del C/N +I nell'ST, alcune centinaia di millisecondi per il transito dell'informazione sul collegamento di ritorno, alcune centinaia di millisecondi nel gateway ACM e nel modulatore, circa 250 millisecondi nel collegamento diretto via satellite. Poiché le massime velocità di variazione del rapporto C/N+I in banda Ka sono di circa 0.5 dB/secondo in presenza di forti perturbazioni [9], e poiché la distanza in termini di C/N tra due livelli di protezione adiacenti per il sistema DVB-S2 è di circa 1 dB, ritardi sull'anello di controllo inferiori al secondo dovrebbero permettere di minimizzare la perdita di efficienza trasmissiva e massimizzare la capacità del sistema.

4.5 Servizi DSNG attraverso l'impiego dell'ACM

Nei collegamenti punto-punto, dove un singolo TS è inviato ad un'unica stazione ricevente (es. DSNG, Digital Satellite News Gathering), l'ACM permette di proteggere i pacchetti di dati seguendo le variazioni C/N+I sul canale satellitare verso la postazione ricevente.

Quando le condizioni di propagazione cambiano (istante indicato dalla freccia gialla n Figura 11), i PLFRAME F_i commutano dalla modalità con protezione M_j a M_k, per garantire la continuità del servizio. Grazie a strumenti di adattamento previsti nel DVB-S2 e descritti in dettaglio in [7], si riescono a garantire bit-rate del flusso TS e ritardo end-to-end costanti, come richiesto dall'MPEG.

Il sistema DVB-S2 può operare come segue (vedere figura 10):

1. L'unità di controllo del bit-rate mantiene il bit-rate del codificatore al livello massimo compatibile con le condizioni di canale C/N+I attuali. In parallelo, può impostare la modalità di trasmissione del modulatore DVB-S2 attraverso la porta di ingresso "ACM command" (col comando ACM).

2. Il codificatore di sorgente a bit-rate variabile (VBR, *Variable Bit Rate*) estrae un flusso TS a bit-rate costante, dove le variazione del bit-rate utile sono compensati dall'inserzione di pacchetti MPEG nulli (*Null Packets*). Il blocco "Adattatore di Modo" (si veda figura 3) cancella i pacchetti nulli, cosicché l'attuale bit-rate sul canale corrisponde al bit-rate della sorgente[7].

3. Il ricevitore reinserisce i pacchetti nulli esattamente nella posizione originale, ed il segnale di temporizzazione (CLOCK) del TS è rigenerato usando l'informazione di segnalazione trasmessa dal DVB-S2 [7].

A proposito del punto 1, si deve notare che, se il ritardo nell'adattamento della velocità nel decodificatore video è maggiore del ritardo dell'adattamento di velocità nel modulatore ACM, è necessario predisporre tra questi elementi una memoria (*buffer*) convenientemente dimensionata, per evitare perdite di dati (*underflow/overflow*).

Nel seguito sono illustrati diversi esempi di utilizzo del DVB-S2 per applicazioni di contribuzione e DSNG, e confrontati con i sistemi di prima generazione DVB-S e DVB-DSNG.

Come primo esempio si consideri un servizio di contribuzione TV utilizzante grandi stazioni trasmittenti e riceventi per accedere ad un transponder da 36 MHz con 4 segnali in multiplazione di frequenza FDMA (*Frequency Division Multiple Acces*). Con il modo 16QAM 3/4 dello standard DVB-DSNG si possono allocare nella banda del transponder 4 segnali di contributo TV a 18.5 Mbit/s garantendo la disponibilità del servizio al 99.9% dell'anno medio con i seguenti parametri di collegamento: potenza EIRP della stazione di terra 76 dBW, IBO (*Input Back Off*) totale del satellite 14.3 dB, antenne in trasmissione e ricezione da 7 m di diametro. Mediante la configurazione DVB-S2 16 APSK 5/6 e roll-off 0.2, la velocità di informazione di ognuno dei segnali può essere aumentata fino a 24.75 Mbit/s, confermando perciò un guadagno in termini di capacità del DVB-S2 rispetto al DVB-DSNG maggiore del 30%. In alternativa, volendo mantenere la velocità di trasmissione pari a quella della configurazione DVB-DSNG, il guadagno del DVB-S2 può essere utilizzato per ridurre la dimensione delle antenne in trasmissione e ricezione a 4.5 m, con il modo 8PSK 5/6, 74 dBW di EIRP in trasmissione e 13 dB di IBO totale. Mantenendo le stesse antenne, e applicando la funzionalità ACM del DVB-S2, si può poi nuovamente portare la velocità di trasmissione a 24.75 Mbit/s in condizioni di cielo chiaro.

I vantaggi del DVB-S2 e dell'ACM sono anche evidenti per i servizi di tipo DSNG. Per esempio, in una porzione di banda satellitare di 9 MHz, un veicolo attrezzato per DSNG con un'antenna da 1.2 di diametro (e 61 dBW di potenza EIRP) può trasmettere 19.8 Mbit/s a cielo chiaro (16APSK 2/3, e roll-off 0.2) e commutare a 14.85 Mbit/s in presenza di forti attenuazioni da pioggia (8PSK 2/3). Come paragone si consideri che il DVB-DSNG con QPSK 7/8 permetterebbe di trasmettere solamente 10.7 Mbit/s.

Come ultimo esempio, si consideri una stazione DSNG portatile (*fly-away*), con un'antenna da 90 cm e 12 W di potenza HPA. Il DVB-S2 con l'ACM permette di trasmettere 9.9 Mbit/s a cielo chiaro (QPSK 2/3 e roll-off 0.2), 8.9 Mbit/s (QPSK 3/5) in condizione di propagazione tipiche e 3.68 Mbit/s (QPSK1/4) in condizioni critiche di collegamento (per il 99.9 % dell'anno medio, potenza in salita EIRP 49 dBW, 12 dB di IBO totale, antenna ricevente da 4m, quattro segnali per transponder). Ciò garantisce di avere una buona qualità dell'immagine usando la codifica MPEG-2 ed una qualità eccellente con i nuovi codificatori AVC. Con il DVB-S (in modalità QPSK1/2) sarebbe necessaria una stazione trasmittente con 5 dB in più di potenza, e la velocità d'informazione sarebbe costante a 6,1 Mbit/s.

4.6 Servizi Unicast IP

I collegamenti IP Unicast con la modalità ACM sono impostabili in modo analogo al caso DSNG appena illustrato, con la differenza che la configurazione di protezione dagli errori deve essere scelta per ognuno degli utenti del servizio, tenendo conto che il numero di utenti può essere molto ampio (ad es. centinaia di migliaia).

La figura 12 (derivata dalla figura 10), mostra un possibile scambio di informazioni (richiesta e risposta) tra l'utente, il modulo di adattamento Satellitare e uno dei Fornitori (Providers) di Informazione durante una sessione di navigazione in Internet via satellite (collegamento diretto verso l'utente ad elevata capacità) [7].

I servizi dati interattivi possono trarre vantaggio dall'uso del DVB-S2 grazie alla possibilità di avere una protezione dagli errori non uniforme mediante l'ACM e livelli di servizio differenziati, come priorità nelle code di consegna, bit-rate minimo garantito, …

A seconda delle regole di negoziazione tra il terminale da Satellite e il gestore dell'instradamento (*routing manager*) ACM, il router ACM può in linea di principio separare i pacchetti IP per utente, in funzione della protezione richiesta dagli errori e del livello del servizio richiesto.

Il traffico complessivo di ingresso su vari livelli di protezione non dovrà però sovraccaricare il canale: ciò vale per il traffico medio in ingresso, mentre il picco del traffico potrà occasionalmente oltrepassare la capacità, compatibilmente con le dimensioni del buffer di ingresso e dei livelli massimi di ritardo richiesti dal servizio. Sono state implementate varie strategie per superare questa limitazione, quando il traffico totale offerto diventa maggiore della capacità del canale: per esempio i pacchetti IP a più bassa priorità di livello di protezione dagli errori possono essere differiti (o anche cancellati) in favore di pacchetti a più alta priorità, oppure il bit-rate fornito agli utenti può essere ridotto in condizioni di cattiva ricezione.

Fig. 12 - Esempi di servizi IP che utilizzano un collegamento DVB-S2 ACM

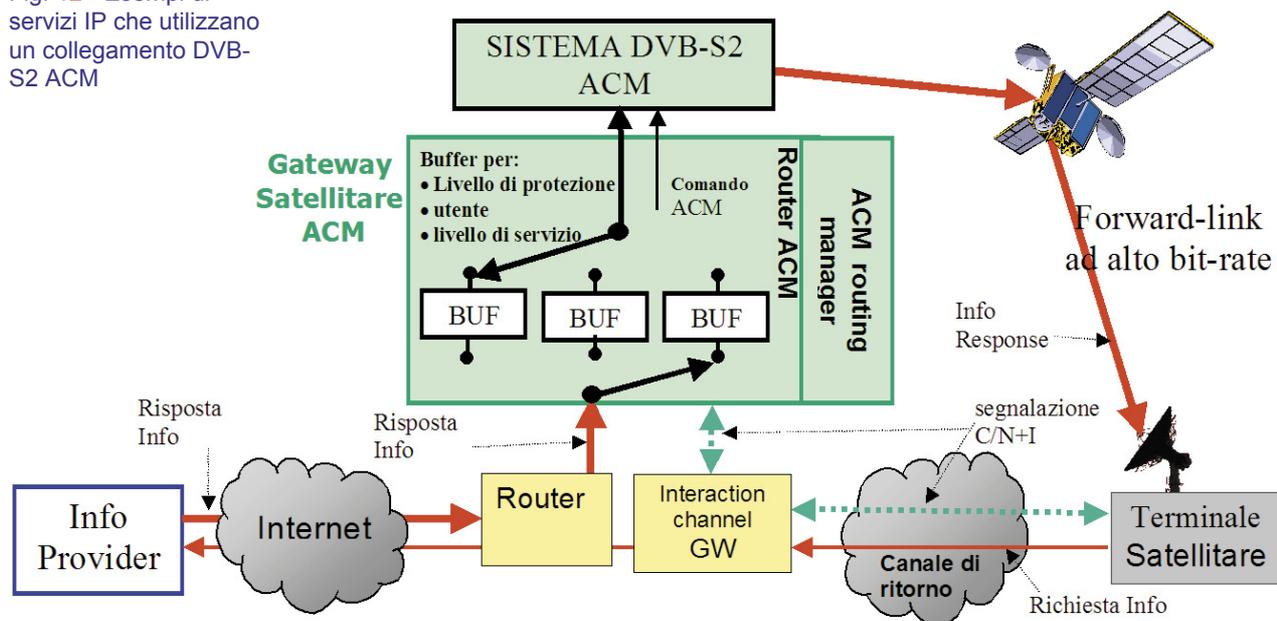
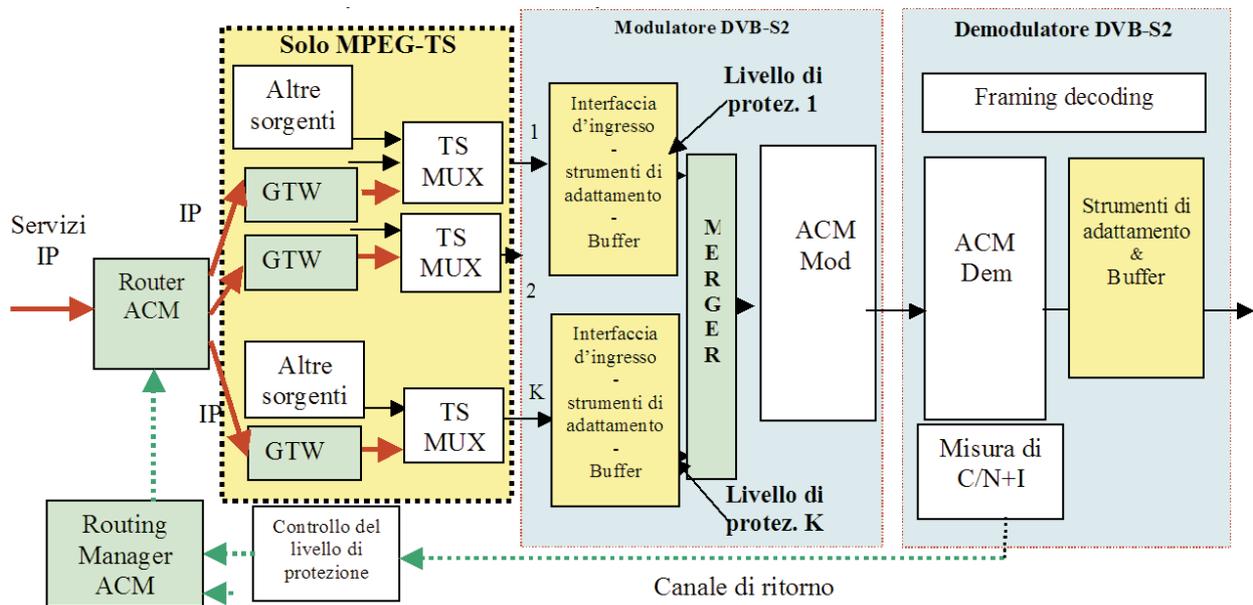



Fig. 13 – IP Unicast e ACM: Flussi di Ingresso Multipli – protezione uniforme per flusso (per flussi d'ingresso di tipo generico GS non sono richiesti GTW e multiplatori di TS).

Se i ritardi dell'anello di controllo (compresi il routing manager ed il router ACM) sono troppo grandi per consentire una ricezione priva di errori, in presenza di un peggioramento delle condizioni atmosferiche del canale, i servizi real-time (in tempo reale) (come ad esempio lo streaming di segnali audio/video) possono essere permanentemente collocati in un ramo molto protetto mentre i servizi a priorità più bassa (come per esempio i servizi "*best effort*"), possono sfruttare i rami a efficienza maggiore (e quindi a costi più bassi) forniti dall'ACM.

Nel router ACM, la strategia di "*polling*" dei buffer di ingresso, può essere caratterizzata statisticamente o dinamicamente in accordo con le statistiche di traffico, le caratteristiche di propagazione e la politica di identificazione delle priorità di traffico dell'operatore di servizio.

Il router ACM si può interfacciare con il modulatore DVB-S2 [2]:

- attraverso un ingresso per un singolo flusso generico GS e un ingresso di comando ACM. In questo caso il router ACM è indipendente dal modulatore DVB-S2 , e può implementare qualsiasi politica di instradamento. Il modulatore DVB-S2 trasmette immediatamente i dati utente in accordo con il comando ACM, quindi i ritardi di ciclo possono essere minimizzati.
- attraverso ingressi di flusso multiplo (di tipo Transport o Generic), uno per ogni livello di protezione attiva (l'interfaccia del comando l'ACM non deve essere attiva). In questo caso il blocco Merger/Slicer del modulatore DVB-S2 copre parzialmente la funzionalità del router ACM.

Quest'ultimo caso è rappresentato più in dettaglio in figura 13. Il router ACM divide i pacchetti utente per livello di servizio (priorità) e per livello di protezione richiesta e li invia alle interfacce di

ingresso multiple del modulatore DVB-S2, essendo ciascun flusso associato ad un dato livello di protezione. Quindi, ciascun flusso di ingresso trasporta il traffico di tutti gli utenti che hanno bisogno di un livello di protezione specifico ed il suo bit-rate utile può (lentamente) cambiare in relazione alle caratteristiche del traffico.

Il Merger in figura 13 interroga ciclicamente i buffer di ingresso e convoglia al modulatore ACM un blocco di dati utente pronto per riempire (almeno parzialmente) un frame.

Per evitare lunghi ritardi in ogni buffer Merger/Slicer si può definire un tempo massimo (time-out) di stazionamento dei dati. Durante i picchi di traffico che sovraccaricano il canale fisico, una strategia semplice di tipo "*round-robin*" può non essere sufficiente per soddisfare l'esigenza di distribuire adeguatamente la capacità disponibile tra gli utenti. Quindi si devono adottare strategie alternative per caratterizzare questo tipo di priorità.

Il blocco tratteggiato in figura 13 si riferisce al caso specifico di servizi IP incapsulati nel flusso di Trasporto TS (Multi-Protocol Encapsulation, MPE) in accordo con la norma EN 301 192. In questo caso, K Gateway MPE GTW sono associati a K multiplatori di TS, per alimentare K flussi di ingresso DVB-S2 (uno per livello di protezione attivato).

4.7 Modi compatibili con i sistemi di prima generazione

I modi del DVB-S2 compatibili con i sistemi satellitari di prima generazione possono essere impiegati per aumentare i servizi forniti da un transponder da satellite, senza interferire coi ricevitori DVB-S [8]. Con riferimento ai modi gerarchici del DVB-S2 descritti nella figura 4, di seguito sono analizzate le prestazioni del TS ad Alta Priorità (compatibili anche col sistema dei ricevitori DVB-S) e di quello a Bassa Priorità (ricevibile soltanto dai nuovi ricevitori DVB-S2).

Nella figura 14, è rappresentato il rapporto segnale rumore C/N richiesto dai flussi HP (compatibile) ed LP (non-compatibile) per raggiungere l'obiettivo QEF (Quasi Error Free)[Nota 14] in funzione dell'angolo θ che caratterizza la costellazione 8PSK non uniforme. Con l'incremento dell'angolo θ, il rapporto C/N del flusso HP aumenta, mentre il C/N del flusso LP (Bassa Priorità) diminuisce. E' anche indicata la capacità in bits/Hz per tutte le configurazioni dei flussi HP e LP previste dallo standard.

Il primo scenario applicativo analizzato rappresenta il caso in cui si voglia garantire la stessa disponibilità di servizio (per esempio rispetto all'attenuazione da pioggia) per i due livelli di priorità, come può accadere nel caso in cui sia l'HP che l'LP trasportino applicazioni video. La figura 15 illustra, in aggiunta alla curva del solo sistema DVB-S, la capacità complessiva del sistema DVB-S2 gerarchica (HP+LP) per larghezza di banda unitaria, in funzione del rapporto C/N disponibile[Nota 15]. Si può notare come si possa ottenere capacità addizionale attraverso le modulazioni gerarchiche soltanto per rapporti C/N superiori a 7 dB, mentre per rapporti C/N inferiori è preferibile l'uso del solo DVB-S (sia in termini di capacità, sia in termini di totale compatibilità). In partico-

Nota 14 Per essere coerenti con la norma EN 300 421 [1] i dati del rapporto C/N per l'HP e l'LP corrispondono al livello QEF obiettivo del DVB-S (più rigoroso del QEF obiettivo del DVB-S2 [2]). E' incluso anche un margine di implementazione di 0.8 dB in entrambi i rami.

Nota 15 - La figura 15 deriva dalla figura 13, prendendo l'intersezione delle curve HP e LP (con angoli θ corrispondenti al C/N bilanciato). Su ogni curva sono tracciati i cinque possibili rapporti di codifica del DVB-S, da destra a sinistra partendo da 7/8 a 5/6, 3/4 , 2/3 e 1/2; la sequenza si interrompe sulla parte sinistra, quando l'angolo θ supera i 18°.

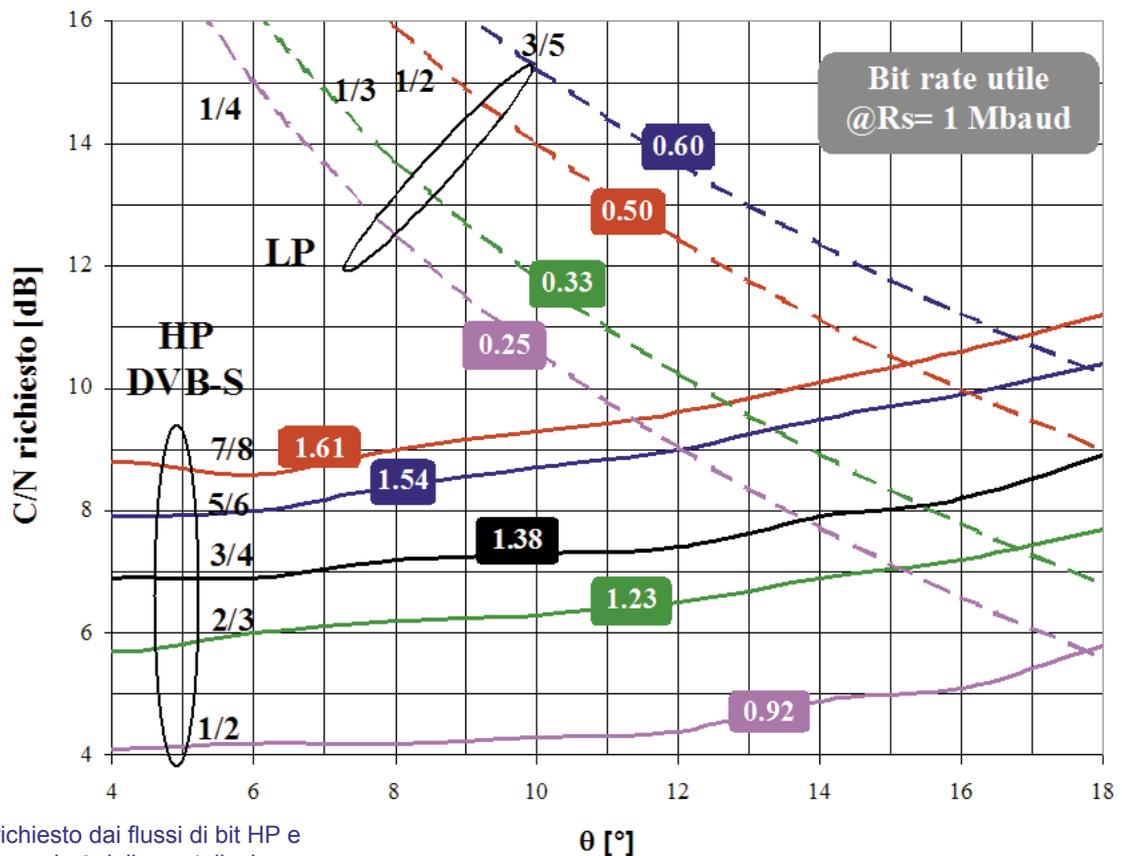



Fig. 14 - C/N richiesto dai flussi di bit HP e LP rispetto all'angolo θ della costellazione non uniforme 8PSK, sul canale AWGN per i modi previsto dallo standard

lare, le modulazioni gerarchiche si rivelano utili quando il rapporto C/N disponibile è maggiore di quello richiesto dal DVB-S con rapporto di codifica 7/8.

Per esempio, se il link budget assicura un C/N di 10.8 dB per la disponibilità obiettivo (per esempio 99,9 % dell'anno medio), per una velocità di simbolo uguale a 27.5 MHz l'impiego del DVB-S con rapporto di codifica 7/8 offrirebbe soltanto 44 Mbit/s, mentre introducendo una modulazione gerarchica (LP con rapporto di codifica 3/5) si disporrebbe di un incremento di capacità trasmissiva di 16 Mbit/s per gli utenti del DVB-S2, allo stesso tempo garantendo una disponibilità di servizio del 99,9 % dell'anno medio per tutti gli utenti.

Se si riduce al 99 % dell'anno medio la disponibilità obiettivo per il flusso a Bassa Priorità (questo potrebbe rappresentare la situazione in cui il flusso LP non contiene programmi TV, ma servizi dati addizionali), il ramo a Bassa Priorità beneficerebbe di un incremento del rapporto C/N da 2 a 4 dB – a seconda delle zone climatiche - che potrebbe essere impiegato per incrementare i rapporti di codifica del codice e la capacità trasmissiva. Facendo riferimento alla figura 14 e assumendo un C/N disponibile di 7dB per HP al 99,9 % dell'anno medio e di 10,5 dB per LP al 99 % dell'anno medio, si potrebbe pensare di impiegare un rapporto di codifica 2/3 per l'HP ed 1/2 per l'LP (con l'angolo θ a 15°). Per una velocità di simbolo di 27.5

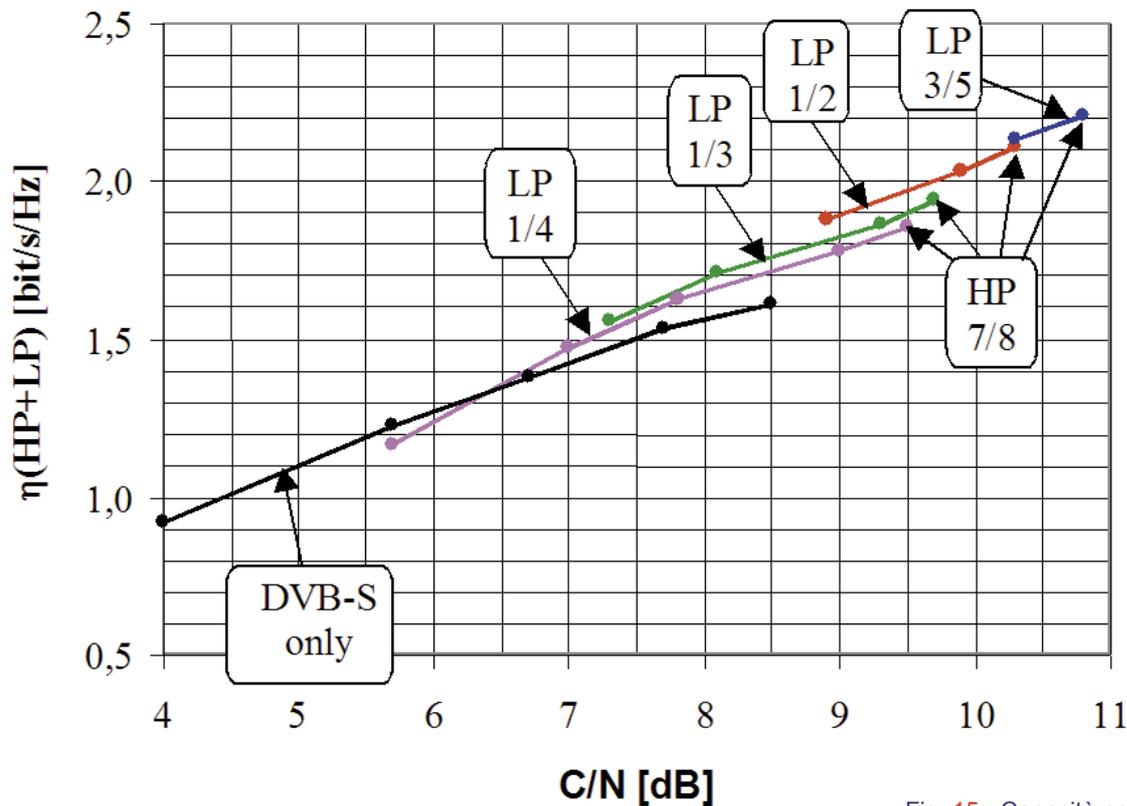



Fig. 15 - Capacità normalizzata dei dati d'utente in funzione del rapporto C/N (prestazioni HP e LP bilanciate)

MBaud, la capacità addizionale sull'HP sarebbe di circa 13.8 Mbit/s (da paragonarsi con la capacità addizionale di 4.1 Mbit/s ottenibile usando il DVB-S da solo ad una velocità di codice di 3/4 invece di 2/3 con disponibilità del servizio del 99,9%).

5. Conclusioni

Il consorzio DVB non prevede una sostituzione a breve termine del DVB-S con il DVB-S2: nel mondo operano milioni di decodificatori DVB-S, contribuendo al successo del business digitale. Bisogna però tenere conto che stanno per essere lanciate nel mercato consumer della TV satellitare nuove applicazioni come la TV ad alta definizione ed i nuovi servizi basati su protocollo IP.

Due esempi possono mettere in risalto la rivoluzione che sta di fronte a noi. Combinando il DVB-S2 e i nuovi schemi di codifica audio e video che verranno introdotti a breve come specifiche DVB, si potranno trasmettere su un transponder convenzionale a 36 MHZ da 20 a 25 programmi in SDTV o 5 o 6 programmi HDTV.

Nel settore delle connessioni veloci ad Internet via satellite, combinando la tecnologia ACM con il DVB-S2, i satelliti multi-spot in banda Ka ed il sistema per canale di ritorno satellitare DVB-RCS [12], gli attuali costi della capacità satellitare possono essere ridotti di un fattore 10.

Questo può riaprire la competizione con le infrastrutture terrestri, come le linee ADSL e i modem via cavo, almeno per quanto riguarda le aree rurali.

In questi settori di applicazione il DVB-S2 realizzerà ciò che il DVB-S non avrebbe mai potuto fare.

Ringraziamenti

Si ringrazia Gemma Bonino per la collaborazione linguistica per traduzioni e stesura dell'articolo.

Bibliografia

1. ETSI: EN 300 421 V1.1.2 (1997-08) "Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for 11/12 GHz satellite services"
2. ETSI: Draft EN 302 307 "Digital Video Broadcasting (DVB); Second generation framing structure, channel coding and modulation systems for Broadcasting, Interactive Services, News Gathering and other broadband satellite applications (DVB-S2)"
3. R. Gallager: "Low Density Parity Check Codes", IRE Trans. on Info. Theory, January 1962
4. M. Eroz, F.-W. Sun and L.-N. Lee, "DVB-S2 Low Density Parity Check Codes with near Shannon Limit Performance" proposto per la pubblicazione su International Journal of Satellite Communications Networks
5. E. Casini, R. De Gaudenzi, A. Ginesi, "DVB-S2 modem algorithms design and performance over typical satellite channels", proposto per la pubblicazione su International Journal of Satellite Communications Networks
6. F.-W. Sun Y. Jiang and L.-N. Lee, "Frame synchronization and pilot structure for DVB-S2" proposto per la pubblicazione su International Journal of Satellite Communications Networks
7. R. Rinaldo, M. Vazquez-Castro, A. Morello, "DVB-S2 ACM modes for IP and MPEG unicast applications" proposto per la pubblicazione su International Journal of Satellite Communications Networks
8. E. Chen, J. L. Koslov, V. Mignone, J. Santoru, "DVB-S2 Backward-compatible modes: a Bridge Between the Present and the Future" proposto per la pubblicazione su International Journal of Satellite Communications Networks
9 R. Rinaldo, R. De Gaudenzi, "Adaptive Coding and Modulation for the Forward Link of Broadband Multimedia Systems", proposto per la pubblicazione su International Journal of Satellite Communications Networks
10. ETSI: EN 301 210: "DVB: Framing structure, channel coding and modulation for DSNG and other contribution applications by satellite"
11. A. Morello, V. Mignone, "The new DVB standard for digital satellite News Gathering and other contribution applications by satellite", EBU Technical Review – Autumn 1998
12. U. Reimers (ed.), "Digital Video Broadcasting - The DVB Family of Standards for Digital Television", 2nd ed., 2004, Springer Publishers, New York, ISBN 3-540-43545-X

DVB-T e Servizi di Accesso per i cittadini disabili

Andrea **Falletto**

Rai
Centro Ricerche e
Innovazione Tecnologica
Torino

partecipa alle attività del gruppo
EBU/UER P/AS

1. Premessa

La transizione alla televisione digitale (DVB, *Digital Video Broadcasting*) ed in particolare a quella terrestre (DTT, *Digital Terrestrial Television*, basata sullo standard DVB-T) permette di realizzare e trasmettere programmi con maggiore qualità audio e video, oltre alla diffusione di nuovi servizi multimediali.

La trasformazione di cui saremo protagonisti nei prossimi anni non si limiterà al piano tecnologico ma sarà anche una evoluzione dei contenuti e dei metodi di presentazione degli stessi, delle strutture editoriali e delle figure professionali coinvolte.

Questa evoluzione riguarda anche i servizi di accesso offerti dagli enti di radiodiffusione (*broadcaster*) per aiutare le persone disabili a fruire i programmi televisivi, ad esempio, sottotitoli e descrizioni audio.

2. La domanda dei servizi di accesso

La sensibilità alla domanda di servizi di accesso è in crescita a livello mondiale, come dimostra l'aumento, nei vari paesi, delle leggi che regolano i rapporti tra lo stato ed i cittadini disabili.

Sommario

Lo standard DVB permette la distribuzione di programmi caratterizzati da maggiore qualità audio e video e da un arricchimento dei servizi di accesso, per facilitare la fruizione dei programmi da parte dei disabili. Questi servizi di accesso sono riconducibili a tre categorie: sottotitolazione, descrizione audio e linguaggio dei segni. Nella piattaforma digitale, grazie alla capacità di calcolo a bordo dei decoder, i servizi di accesso digitali saranno molto più ricchi e versatili: la sottotitolazione potrà avvalersi di grafica migliorata, icone ed immagini. La descrizione audio potrà sfruttare l'audio multi-canale e, per quanto riguarda il linguaggio dei segni, sono in fase di studio applicativi da installare sui decoder per riprodurre i movimenti con attore virtuale (avatar). Tale servizio, a differenza della versione analogica, potrà essere abilitato o disabilitato dall'utente.

I servizi di accesso hanno due obiettivi: le esigenze delle persone disabili e quelle di persone le cui capacità si sono ridotte a causa dell'età.

In Europa il numero di persone con esigenze speciali è ingente (fonte www.tiresias.org):

- 20 milioni di persone hanno difficoltà uditive (da moderate a gravi)
- 2 milioni di persone sono affette da sordità totale
- 5 milioni di persone hanno difficoltà visive (da moderate a gravi)
- 1 milione di persone sono non vedenti
- 200.000 persone sono non udenti e non vedenti
- 5 milioni di persone hanno difficoltà di espressione della lingua parlata e scritta
- 12 milioni di persone hanno difficoltà nell'utilizzo di mani e braccia
- 14 milioni di persone sono affette da tremore delle mani e difficoltà nella presa degli oggetti
- 9 milioni di persone hanno difficoltà cognitive

Inoltre l'Europa sta "invecchiando": l'età media dei cittadini è in aumento:

- 130 milioni di europei hanno oltre 50 anni (fonte: Helen Hamlyn Institute)
- 77 milioni di persone (20% della popolazione europea) sono ultrasessantenni, nel 2030 saranno il doppio (fonte Eurostat/ANEC)
- nel 2020 il 50% degli europei avrà 50 o più anni (fonte Eurostat/ANEC)

Negli ultimi vent'anni, in Europa, il consumo della fascia di popolazione ultracinquantenne è aumentato in modo tre volte più rapido rispetto all'aumento del consumo del resto della popolazione. Pertanto tenere conto delle esigenze delle persone che hanno oltre cinquant'anni, non è soltanto indice di civiltà e di buon senso, ma anche una precisa esigenza di business.

3. I broadcaster europei e i servizi di accesso

I broadcaster europei hanno scelto di coordinare gli sforzi per lo studio dei servizi di accesso nei servizi di diffusione digitale, pertanto nell'estate del 2003[Nota 1] è stato fondato un nuovo gruppo EBU-UER denominato P/AS, "*Guidelines for Access Services*". Il carattere fortemente interdisciplinare del gruppo permette di esaminare molti degli aspetti legati alla produzione dei nuovi servizi di accesso.

Nota 1 - La Commissione Europea ha proclamato il 2003 l'Anno Europeo delle Persone con Disabilità.

Il gruppo P/AS realizzerà un documento contenente le valutazioni e le proposte dei rappresentanti dei vari paesi membri, nonché le esperienze effettuate dai singoli enti di radiodiffusione. Come contributo di maggior rilevanza, il gruppo P/AS produrrà le linee guida utili per indirizzare le scelte tecnologiche e le metodologie realizzative per i servizi di accesso. Un prossimo articolo conterrà un aggiornamento sullo stato dei lavori del gruppo.

4. Servizi di accesso per i programmi televisivi

I servizi di accesso offerti sono i seguenti:

- Sottotitolazione
- Descrizione audio
- Linguaggio dei segni

La principale limitazione nella realizzazione dei servizi di accesso è di natura economica: ogni ora di programma sottotitolato, audio descritto o descritto con il

linguaggio dei segni, richiede molte ore di lavoro, svolto da personale specializzato. Ogni scelta redazionale, inoltre, è molto delicata: spesso richiede una sintesi dei dialoghi o un'interpretazione delle immagini, operazioni nelle quali è necessaria una grande obiettività. Se la sintesi assumesse una "colorazione" o un particolare "taglio", potrebbe essere interpretata come discriminatoria e le associazioni di categoria sono, giustamente, molto attente alla trasparenza delle informazioni dedicate ai disabili.

4.1 La sottotitolazione

La sottotitolazione è il servizio di accesso più diffuso e maggiormente utilizzato sia Italia che negli altri paesi.

I sottotitoli si dividono in due categorie "*open caption*" e "*closed caption*".

Un esempio tipico di "*open caption*", ovvero di "titoli palesi", sono i titoli del telegiornale oppure titoli di coda delle trasmissioni: caratteri che vengono sovrimposti al video, diventando parte del video stesso.

I "*closed caption*", invece, vengono trasmessi come dati e convertiti in testo da un decodificatore presente nel ricevitore. Questa tecnica permette all'utente di abilitare o disabilitare il servizio e, dipendentemente dalle possibilità del ricevitore, di scegliere tipo di carattere (*font*), colore, dimensione e grafica.

Un esempio di struttura "*closed caption*" è il televideo, in quanto il testo sullo schermo viene visualizzato, a discrezione dell'utente, tramite il decoder presente all'interno dei televisori.

Nel 1972 la BBC inventa il *teletext* (figura 1) che permette di visualizzare righe di testo sul televisore dell'utente, tramite un apposito decodificatore. Nel 1975 la BBC utilizza il *teletext* per effettuare la prima trasmissione di sottotitoli televisivi. Nel 1984 la Rai inizia la trasmissione del "televideo", nome del servizio teletext in Italia, ed il 5 maggio 1986 trasmette il

Fig. 1 - La copertina del numero 1 del 1978 di Elettronica e Telecomunicazioni è dedicata al *Teletext*, nell'articolo [1] che illustra il primo sistema digitale associato al segnale televisivo si fa riferimento anche al suo utilizzo per la sottotitolazione.

risposte da lui date sono corrette.
I caratteri « inizio intarsio » (start box, 0/11) e « fine intarsio » (end box, 0/10) vengono utilizzati per individuare la parte di una pagina Teletext da inserire, con un procedimento ad intarsio, nell'immagine televisiva. Questi comandi sono particolarmente utili per la trasmissione di sottotitoli. È vero che i sottotitoli, come le normali pagine Teletext, potrebbero essere inseriti in sovraimpressione sull'immagine televisiva, ma questo modo di visualizzazione è sconsigliabile perché dà luogo, spesso, a scarsa intellegibilità dei caratteri.
I comandi di intarsio possono essere utilizzati anche

CARATTERE GRAFICO CARATTERE GRAFICO

5 MAGGIO

20,30 RAIUNO

LA FINESTRA SUL CORTILE

Grace Kelly e James Stewart e l'inconfondibile sagoma di Hitchcock

FILM Questo giallo di Hitchcock venne rilanciato sul grande schermo due anni fa assieme ad altri quattro thriller del maestro del brivido. Tra l'altro la «finestra» sul delitto è un motivo che il cinema ha già proposto con altre variazioni: *Le due sorelle* di De Palma, *Bianca* di Moretti e *La finestra socchiusa* di Ted Tezlaff.

22,25

22,30

22,35

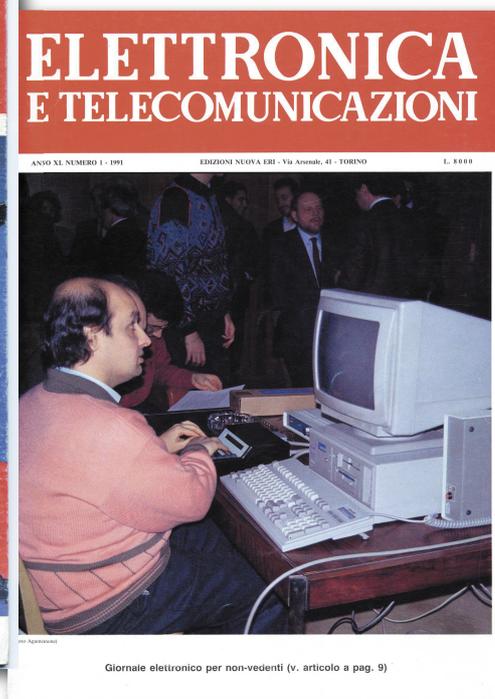
23

Fig. 2 - Radiocorriere TV: il primo film sottotitolato è diffuso dalla Rai il 5 maggio 1986

primo film sottotitolato "La finestra sul cortile"di A.Hitchcock (figura 2). A questo servizio da quel momento viene dedicata la pagina 777 del televideo, numero facile da ricordare e da impostare sulla tastiera del telecomando.

Il Televideo Rai è stata una tecnologia su cui il Centro Ricerche ha basato numerose proposte per la realizzazione di servizi destinati ai disabili (figura 3).

Nella piattaforma digitale l'architettura "*closed caption*" è caratterizzata da maggiore flessibilità: si possono, infatti, trasmettere, oltre al testo, icone, simboli, logo e grafica. La capacità di calcolo a bordo dei ricevitori permette di realizzare un sistema di sottotitolazione molto versatile in cui le caratteristiche e le preferenze di visualizzazione sono, sui decoder che offrono questa opzione, programmabili dell'utente. Titoli e sottotitoli possono essere arricchiti con effetti di visualizzazione come dissolvenze ed effetti di trasparenza

Fig. 3 - Ad un prototipo di decodificatore [2] basato su interfaccia Braille per consentire ai non vedenti la "lettura" delle pagine Televideo è dedicata la copertina del numero 1 del 1986 di Elettronica e Telecomunicazioni. La copertina del numero 1 del 1991 di Elettronica e Telecomunicazioni è dedicata al servizio per la diffusione del giornale elettronico per non vedenti [3]. In questa sperimentazione in collaborazione con La Stampa, una selezione di articoli viene codificata nel formato telesoftware; gli utenti non vedenti, dotati di un PC e di un apposito hardware possono udire i testi letti tramite un sintetizzatore vocale. Un'evoluzione del sistema, denominato Telesint, nasce in collaborazione con la Seleco SpA e l'Unione Italiana Ciechi [4].

4.2 Descrizione audio

La descrizione audio rappresenta una importante fonte di informazioni integrative per i non vedenti. L'utente può seguire l'audio del programma televisivo mentre una voce descrive il contenuto delle scene senza dialogo e fornisce informazioni utili alla comprensione del programma.

Nella piattaforma analogica la descrizione richiede un canale audio separato che deve essere trasmesso all'utente. Uno dei metodi usati, adottato anche in Italia, consiste nel trasmettere la descrizione audio su un canale radiofonico. Sia la Francia che la Germania hanno sviluppato un sistema per utilizzare un canale dell'audio stereo per le descrizioni. Inoltre dal 1990 al 1995, a titolo sperimentale e solo in alcune parti del Regno Unito, è stato usato il sistema AUDETEL che prevede l'inserimento dei dati audio nelle righe di cancellazione di quadro, come avviene nel televideo[Nota 2].

La piattaforma digitale offre una serie di vantaggi, ad esempio trasmissioni multilingua, in cui la descrizione e la lingua utilizzata possono essere selezionate dall'utente.

E' necessario però tenere presente che, specialmente nella diffusione terrestre (DTT), la banda per le trasmissioni è una risorsa preziosa. Occorre quindi operare scelte di "*bit budgeting*" per bilanciare la qualità del video con numero e qualità dei canali audio.

4.3 Linguaggio dei segni

La trasmissione dell'immagine di un attore che esprime l'audio del programma con il linguaggio dei segni è il servizio di accesso che presenta maggiori difficoltà di distribuzione. L'immagine dell'attore è un video a tutti gli effetti ed è necessario impiegare la tecnica "*picture in picture*": l'immagine è inserita come porzione dell'immagine complessiva.

Nel mondo analogico non essendo possibile fornire all'utente la possibilità di disabilitare l'immagine destinata al servizio di accesso, è necessario limitare la tipologia di programmi in cui trasmetterla: normalmente il servizio è offerto solo in alcune edizioni del telegiornale o in programmi dedicati.

Anche nel mondo digitale si utilizza, attualmente, la tecnica "*picture in picture*". Particolare attenzione deve essere posta nella scelta del bit-rate e delle caratteristiche di codifica. Le tecniche di compressione video possono privilegiare, ad esempio, il movimento a scapito della definizione dell'immagine: potrebbero così andare persi dettagli importanti del volto dell'attore. Viceversa, privilegiando i dettagli, potrebbero perdersi alcune caratteristiche del movimento delle mani.

E' in fase di studio la possibilità di utilizzare un attore virtuale per il linguaggio dei segni, realizzato in computer grafica e denominato "*avatar*"[Nota 3]. Questa tecnologia offre il vantaggio di richiedere una frazione dei dati da inviare per far muovere l'*avatar* rispetto a quelli necessari per trasmettere l'immagine di un attore. I movimenti vengono acquisiti da un computer tramite appositi sensori posti sul volto e sulle mani di un interprete reale e poi inviati all'*avatar* sotto forma di dati. L'utente può abilitare o disabilitare la visualizzazione e "personalizzare" l'*avatar,* poiché esso è sintetizzato in tempo reale dal decoder e può assumere aspetti o caratteristiche a scelta. Se gli studi e le sperimentazioni daranno esito positivo, l'*avatar* non sarà alternativo all'interprete reale, comunque necessario per tradurre la lingua parlata in segni, sarà solo un modo più conveniente di trasmettere i dati.

Nota 2 - Un sistema per l'inserzione dell'audio nelle righe di cancellazione di quadro era stato anche sviluppato e dimostrato dal Centro Ricerche nel 1979 [5].

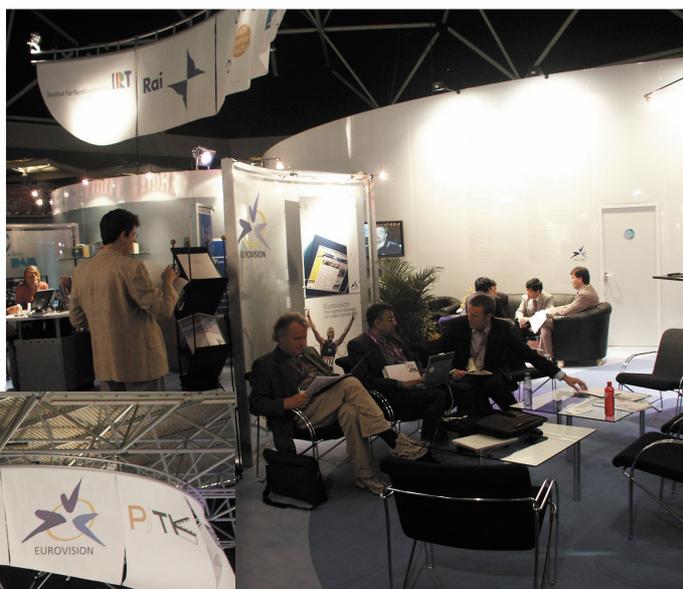
Nota 3 - *Avatar* è una parola sanscrita che significa, negli antichi testi sacri Veda, "il discendente di Dio" o semplicemente "incarnazione".

Bibliografia

1. M. Cominetti, P. D'Amato, G. Zetti: *Il Teletext: nuovo servizio di diffusione di informazioni all'utente televisivo*, Elettronica e Telecomunicazioni, 1978, n. 1, pp. 9-24
2. L. Baracco, D. Caratto: *Decodificatore televideo per non vedenti*, Elettronica e Telecomunicazioni, 1986, n. 1, pp. 3-8.
3. L. Baracco, L. Mezzacappa, M. Rossini: *L'evoluzione tecnologica a La Stampa, giornale elettronico per non-vedenti*, Elettronica e Telecomunicazioni, 1991, n. 1, pp. 9-13
4. P. Boeri, *Telesint: teletext per non vedenti*, Elettronica e Telecomunicazioni, 1992, n. 1, pp. 31-40
5. M. Ardito, M. Barbero, GF. Barbieri: Inserzione di un commento parlato nell'intervallo di cancellazione di quadro del segnale televisivo, Elettronica e Telecomunicazioni, 1979, n. 6, pp. 245-251.

All'EBU Village

Nel numero di agosto un breve articolo illustrava i temi che sarebbero stati presentati dal Centro Ricerche presso l'EBU Village all'IBC 2003 (Amsterdam, 12-16 settembre).

A complemento di tali informazioni, riproduciamo qui alcune delle foto messe a disposizione dall'EBU, realizzate da Morand Fachot, Media Officer EBU.

Il Paese della Pubblicità

Dal 5 novembre 2003 al 29 febbraio 2004 la mostra "Il Paese della Pubblicità" inaugura l'attività espositiva del Museo della Pubblicità (Dipartimento Pubblicità e Comunicazione del Castello di Rivoli Museo d'Arte Contemporanea), il primo vero e proprio museo della pubblicità in Italia, dotato di una collezione permanente in via di formazione a cui si affiancheranno rassegne temporanee tematiche.

Nella Manica Lunga è presentata una selezione di oltre 300 spot televisivi di tutto il mondo, realizzati dagli anni Cinquanta a oggi, molti dei quali premiati alle rassegne internazionali di Cannes e Venezia.

"*Il soggetto della mostra* – scrive il curatore Ugo Volli – *sono gli spazi immaginari della pubblicità, quelli che circondano i marchi negli annunci e nei filmati: un intero mondo che copre lo spazio naturale e quello urbano, l'interno della casa e i luoghi pubblici, gli ambienti reali che incontriamo ogni giorno e quelli immaginari della fantascienza o del Far West. Questo mondo peraltro non illustra semplicemente la nostra realtà: piuttosto è una proiezione, un'immagine costruita, lo sfondo onirico dei sogni collettivi proposti dalla pubblicità*".

La rassegna è il risultato di una ricerca eseguita con la Regione Piemonte e in collaborazione con il Centro Interdipartimentale di Ricerca sulla Comunicazione dell'Università di Torino.

Il percorso della mostra si snoda attraverso sedici ambienti, emblematici dell'immaginario collettivo, realizzati dalla scenografa Leila Fteita.

La selezione video è stata realizzata in collaborazione con Rai Teche e con la Sede Rai di Torino.

Sono presentati luoghi divenuti emblematici dell'intimità domestica come la cucina, il bagno, la camera da letto; della socializzazione come il giardino, il bar, la tavola, il distributore di benzina, la scuola, lo sport; gli spazi come la campagna, il mare e la montagna, la

realizzazione dei DVD per la Mostra:
dr. Leonardo **Scopece**

foto: Andrea **Falletto**

Rai
Centro Ricerche e
Innovazione Tecnologica
Torino

Metadati e Modellazione

Continua su questo numero l'appuntamento fisso, a cura dell'Unità Organizzativa Produzione del Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica della Rai, dedicato alle problematiche relative alla definizione e all'uso dei *metadati* in contesti di produzione e distribuzione di contenuti audiovisivi e ai temi riguardanti la *modellazione* di tali contesti.

Il Centro Ricerche ha maturato negli ultimi anni una profonda esperienza in questi ambiti in quanto coinvolto nella progettazione del Catalogo Multimediale RAI, di cui ha curato, tra gli altri, gli aspetti di modellazione dati e di analisi del contesto.

Questa esperienza è stata ulteriormente consolidata grazie alla partecipazione attiva sia a progetti di standardizzazione internazionale dedicati alla definizione di strutture di metadati, quali il progetto EBU denominato P/META, o alla modellizzazione dell'ambiente di produzione televisiva, quali il progetto EBU P/FTP, sia allo sviluppo di sistemi, tuttora in produzione, basati sull'utilizzo di tali metadati in contesti intra e inter aziendali.

In questo spazio vengono ospitati sia articoli di carattere teorico e generale, sia scritti relativi più strettamente alle attività di standardizzazione e di sviluppo

Metadati e Modellazione
Lo standard P/META

ing. Laurent Boch,
ing. Roberto Del Pero
Rai
Centro Ricerche e
Innovazione Tecnologica
Torino

5. Strumenti forniti dallo standard (P_META components)

Lo standard P_Meta agisce a livello di Defintion Layer individuando e definendo l'insieme di concetti condivisi nel contesto d'uso previsto, identificandoli, descrivendoli e fornendo delle regole di valorizzazione. P_Meta fa questo utilizzando *attributi*, che permettono di definire ed identificare univocamente elementi informativi di base, e *set* che permettono di correlare, riunire e contestualizzare attributi diversi per descrivere concetti più elaborati. Nella valorizzazione di alcuni attributi prevede l'utilizzo di liste chiuse di valori standardizzati (*value list*).

5.1 Attributi

P_Meta standardizza una lista (*Attribute Definition List*) che, attualmente, contiene 235 diversi attributi.

Un *attributo* è il più semplice elemento di informazione considerato in P_Meta e permette di definire semplici informazioni di base. Ogni attributo è individuato per mezzo di un *Identificatore* e di un *Nome* e ne viene fornita una descrizione (*Description*) che riporta il significato, generale e condiviso, che si associa a tale attributo. Il punto chiave è la presenza della *descrizione* che permette di condividere il significato del singolo attributo consentendone una valutazione corretta dal punto di vista semantico.

Completano la definizione dell'attributo il tipo di valore ammesso (*Value Type*), eventuali riferimenti esterni o alias noti ed esempi di interpretazione.

I tipi di valore che possono essere associati ad un attributo P_Meta sono i seguenti:

- *Boolean*
- *Integer* e *Unsigned Integer*
- *Floating point*
- *Uncontrolled text*: testo libero in qualsiasi lingua (un opportuno attributo P/META segnala quale lingua viene utilizzata).
- *Formatted code*: valori variabili ma in formato fisso, ad esempio date, tempi e time code, importi in valuta
- *Controlled code*: valori tratti da una lista predefinita. Tali liste possono essere stabilite sia da P_Meta sia da organismi esterni quali EBU, ISO, SMPTE e altri.

A1 ADDRESS_DELIVERY_CODE
Description: Delivery location code used by the relevant national postal service(s). The nature and format of the code varies considerably between different countries. Note that some countries now include a character ahead of their internal postal code to indicate the country. This may be seen in the examples from Germany, Sweden and Norway below.

Known aliases: Post Code, ZIP Code,
Value Type: External
Source of referenced data: National Postal Service of each country.
Examples: (country indicated within parenthesis) W1A 1AA (United Kingdom); SE23 3NL (United Kingdom); 10135 (Italy); SE-105 (Sweden); D-80939 (Germany); N-0340 (Norway); 55101 (USA); R3N 1S8 (Canada)

Fig.2 - esempio di definizione di un attributo

A65 LANGUAGE_CODE
Description: Internationally agreed code for a specified language.

Fig.3 - Attributo Language_code

9.1.1 7 AUC_COMPRESSION_CODE

V424 A-LAW AUC_COMPRESSION_CODE
Description: The 13 bits non-uniform coding scheme, as defined by G.711
External reference: CCITT G.711

V427 ATRAC AUC_COMPRESSION_CODE
Description: The Adaptive Transform Acoustic Coding scheme as defined by Sony
External reference: Sony

V277 DOLBY A AUC_COMPRESSION_CODE
Description: The Dolby A compression scheme as defined by Dolby Laboratories.
External reference: Dolby Laboratories

V411 DOLBY AC3 AUC_COMPRESSION_CODE
Description: The Dolby Pro-logic II compression scheme as defined by Dolby Laboratories. This is 6 digital channels.
External reference: Dolby Laboratories

A258 AUC_COMPRESSION_CODE
Description: The controlled code identifying any compression scheme, noise reduction scheme, or other non-linear processing applied to an audio signal. The abbreviation AUC stands for AUdio media object instance.

Value Type: Controlled Code
Source of referenced data: EBU/PMeta: 9.1.1 AUC_COMPRESSION_CODE

Fig.4 - esempio di definizione ed uso di una VALUE LIST interna

Un esempio di definizione, tratta dal documento ufficiale P_Meta, è mostrato nella figura 2.

Il significato associato ad un attributo viene specializzato dal contesto in cui esso si trova ad operare in quanto facente parte di un ben preciso set P_Meta. Tale specializzazione non è comunque mai in contrasto con il significato di base dell'attributo stesso. In questo modo i singoli attributi rappresentano informazioni di base utilizzabili, in unione ad altre secondo strutture predefinite, per definire informazioni più complesse. Ad esempio, l'attributo mostrato in figura (*ADDRESS_DELIVERY_CODE*) è utilizzato, come informazione di codice postale, nel set *ADDRESS* che trasporta informazioni relative ad un generico indirizzo: il contesto nel quale viene utilizzato il set *ADDRESS* permette poi di capire di quale indirizzo si tratta (indirizzo del venditore, dell'acquirente o altro).

Lo stesso attributo può, quindi, essere utilizzato in contesti diversi assumendo significati/specializzazioni diverse, pur mantenendo valido il proprio significato di base. Ad esempio l'attributo *Language_Code* definito come in figura 3 può essere utilizzato per identificare la lingua

di un dialogo originale presente in un item ma anche come identificatore della lingua dei sottotitoli o della lingua in cui è scritto un contratto riguardante il medesimo item, questo a seconda del set in cui viene richiamato.

5.2 Value List

Come gia accennato, per ciascun Attributo che richieda un valore di tipo *Controlled Code* è resa disponibile, direttamente o come riferimento, una lista di tutti i valori ammessi, contenente, inoltre, una descrizione dell'esatto significato ad essi associato.

La responsabilità di tali liste può essere direttamente a carico di P_Meta oppure può essere di organismi esterni. Nel primo caso tali liste, costruite a partire da zero da P_Meta oppure partendo da altre sorgenti di riferimento (ad esempio EBU, ISO, SMPTE), contengono i valori ammessi, identificati per mezzo di un *Identificatore* e di un *Nome* con associata la descrizione ufficiale di tale valore ed un eventuale riferimento esterno.

La figura 4 riporta un esempio parziale di una di tali liste presenti nello standard e l'attributo che ne fa uso.

Nel secondo caso (figura 5), le liste sono disponibili presso un organismo esterno e vengono gestite completamente dall'ente esterno responsabile e lo standard P_Meta fa riferimento a tali liste senza riportarle nella specifica. Esempio di tali liste sono gli attributi relativi alla lingua e al codice nazionale che sono tratti direttamente dai relativi standard dell'ISO. La figura riporta un esempio di tale utilizzo.

A65 LANGUAGE_CODE
Description: Internationally agreed code for a specified language.

Value Type: External

Source of referenced data: ISO 639 (both version 1 - two letters codes and version 2 three letters codes):
Examples: en; ha; gd; fr; eng; ita; deu; fra

Fig.5 - esempio di VALUE LIST esterna

5.3 Set

Un *Set P_Meta* è un elemento di informazione a livello di Definition Layer che raggruppa *Attributi P_Meta* e, potenzialmente, altri *Set P_Meta* secondo regole definite nello standard P_Meta stesso nella sezione ***P_META Notation for Set definition & syntax***. Permette di definire informazioni complesse e strutturate contestualizzando i singoli attributi utilizzati.

Lo standard definisce già un insieme di set base adatti per descrivere gli scambi di dati più comuni ma lascia la libertà di definire nuovi set per operazioni più complesse o più specifiche.

Lo scopo dei set predefiniti è quello di permettere una comunicazione sufficientemente ricca raggruppando gli elementi

S13 ADDRESS
Description: A set giving outline address details.
The optional language code/name attribute alternative sets the communication language for the uncontrolled text metadata of this Set and all sub-sets unless they are explicitly set to communicate in a different language. If none of the two attributes is included, this set inherits the communication language of the super-set within which it is included.
The data validity timestamp information for this Set either is the same of that used by the super-set including this set or is given by S46, which is optional.
Notation:4

```
[
    0|LANGUAGE_CODE7| LANGUAGE_NAME7|1:
    S46(SET_DATA_VALIDITY_TIMESTAMP)8:
     0 {
        ADDRESS_LINE_NAME7
    }n:
    ADDRESS_TOWN_CITY_NAME7:
    ADDRESS_COUNTY_STATE_NAME7:
    ADDRESS_DELIVERY_CODE7:
    0|COUNTRY_CODE7| COUNTRY_NAME7|1:
     0 {
        ADDRESS_TELEPHONE_NUMBER7
    }n:
     0 {
        ADDRESS_FACSIMILE_NUMBER7
    }n:
     0 {
        ADDRESS_ELECTRONIC_NAME7
    }n:
     0 {
        ADDRESS_WEB_ADDRESS7
    }n ]
```

Fig.6 - esempio di definizione di un SET

informativi di base in modo da creare un contesto operativo opportuno. Le informazioni descritte da ogni singolo set sono rese esplicite nella descrizione del set medesimo.

Come per gli attributi, anche per i set è prevista la presenza di un identificatore, di un nome e di una descrizione (*Description*) che permette di condividere il significato del set consentendone un utilizzo corretto dal punto di vista semantico. In aggiunta è prevista una definizione del set secondo la notazione standardizzata nella sezione ***P_META Notation for Set definition & syntax*** (*Notation*).

La notazione adottata per la definizione dei Set permette di indicare *ripetizioni* di Attributi e Set, individuare *alternative* tra gruppi di attributi e di set, di indicare eventuali *regole di cardinalità* e permette di definire regole di validità per quanto riguarda il contenuto e la presenza di attributi nel set stesso.

Nella figura 6 viene mostrata la definizione del set *ADDRESS* che permette di trasportare informazioni di dettaglio relative ad indirizzi:

Dal punto di vista delle informazioni definite si possono individuare diverse famiglie di set. Attualmente nello standard si possono riconoscere le seguenti tipologie:

5.3.1 Set di identificazione e riconoscimento

Sono i Set che permettono di definire le informazioni utili all'identificazione ed al riconoscimento del materiale sia da parte di sistemi informatici che da parte di persone. All'interno di questa classe di Set si possono ulteriormente distinguere i Set che permettono di per sé l'identificazione ed il riconoscimento, i Set che definiscono informazioni ausiliarie ad integrazione dei precedenti e, infine, i SubSet utili nella costruzione dei set identificativi di livello più alto. I Set appartenenti a queste ultime due tipologie possono essere utilizzati solo come subset all'interno di set a più alto livello (vanno contestualizzati) in quanto non contengono informazioni identificative indipendenti.

Set di identificazione

Set id	Set name
32	**IDENTIFIER**
29	**IDENTITY_MINIMUM_DETAILS**
40	**ITEM_IDENTIFICATION**
44	**PGR_IDENTIFICATION**
38	**PROGRAMME_IDENTIFICATION**
75	**MOB_IDENTIFICATION**

Set ausiliari

Set id	Set name
37	CLASSIFICATION_DETAILS
11	CONTRIBUTION
36	EDITORIAL_CONTROL_DETAILS
34	TRANSMISSION_PUBLICATION_DETAILS
35	TRANSMISSION_PUBLICATION_SUMMARY
76	MATERIAL_RELATIONSHIPS_DETAILS

Subset

Set id	Set name
47	BRAND_TITLE_HISTORY
2	FIRST_PUBLICATION_EVENT_START
50	ITEM_TITLE_HISTORY
52	ITEMS_GROUP
3	MATERIAL_CAPTURE_DATE
51	MEDIA_OBJECT_TITLE_HISTORY
9	PEV_TRANSMISSION_SERVICE
48	PROGRAMME_GROUP_TITLE_HISTORY
49	PROGRAMME_TITLE_HISTORY
5	PUBLICATION_EVENT_END
1	PUBLICATION_EVENT_START
33	TITLE_HISTORY

5.3.2 Set di descrizione

Sono i set che hanno a che fare con le informazioni di tipo descrittivo. Nessuno dei set appartenenti a questa tipologia definisce informazioni identificative: per questo motivo è necessario utilizzarli

sempre come subset all'interno di set a più alto livello che li contestualizzino opportunamente

Set id	Set name
41	ITEM_DESCRIPTION
43	PGR_DESCRIPTION
39	PROGRAMME_DESCRIPTION
17	KEYWORD
73	REVIEW_DETAILS
10	LOCATION
18	LANGUAGE_HISTORY
16	MOB_ITEMISED_DESCRIPTION

5.3.3 Set relativi ai diritti d'uso

Sono i set che hanno a che fare con le informazioni dell'area dei diritti d'uso. I Set 45 e 28 permettono di definire anche informazioni di tipo identificativo riguardanti il materiale a cui si riferiscono e possono quindi essere utilizzati da soli; tutti gli altri vanno invece contestualizzati, utilizzandoli come subset in set a più alto livello.

Set id	Set name
45	**CONTRACT_CLAUSES_AND_RIGHTS_LIST**
28	**CONTRACT_DETAILS**
27	GRANT_OF_RIGHTS_DETAILS
24	BANK_ACCOUNT_DETAILS
23	CONTRACT_FEES_DETAILS
15	CONTRACT_TOTAL_COST
54	COPYRIGHT_AGENT
53	COPYRIGHT_HOLDER
26	GRANT_OF_RIGHTS_CONDITIONS
4	MATERIAL_RELEASE_FOR PUBLICATION_DATE
22	MUSIC_REPORTING_DETAILS

5.3.4 Set di tipo tecnico

Permettono di maneggiare informazioni di tipo tecnico. Il set 66 contiene anche informazioni di tipo identificativo e può, quindi, essere utilizzato da solo. Gli altri vanno contestualizzati all'interno di set a più alto livello

Set id	Set name
66	**MATERIAL_EXCHANGE_INSTANCE**
21	EQUIPMENT_DETAILS
25	EXCHANGE_TECHNICAL_DETAILS
55	FILE_INSTANCE
58	MATERIAL_EXCHANGE_BY_SERVICE_INSTANCE
57	MATERIAL_EXCHANGE_SERVICE
56	MATERIAL_EXCHANGE_START
6	STORAGE_INSTANCE

5.3.5 Set di tipo generico

Sono set generici utilizzabili esclusivamente come subset altre aree di informazione

.

Set id	Set name
14	ORGANISATION_DETAILS
12	PERSON_DETAILS
13	ADDRESS
31	EXTERNAL_SCHEME_EXCHANGE_SET
46	SET_DATA_VALIDITY_TIMESTAMP

5.3.5 Set di transazione

Sono set che raggruppano tutte le informazioni necessarie allo svolgimento di una transazione in un contesto B2B, comprese le informazioni di tipo identificativo: ognuno di essi copre completamente una particolare fase all'interno di uno scambio complesso di informazioni oppure copre completamente uno specifico tipo di scambio. Sono i set a più alto livello.

Set id	Set name
72	**AVAILABLE_MATERIAL_ITEMISED_LIST**
62	**IDENTIFIER_REGISTRATION_REPLY**
60	**ISAN_NEW_EPISODE_REGISTRATION_DETAILS**
59	**ISAN_REGISTRATION_DETAILS**
71	**ITEMS_EXCHANGE**
68	**MATERIAL_AVAILABILITY_REPLY**
67	**MATERIAL_AVAILABILITY_REQUEST**
69	**MATERIAL_EXCHANGE_REQUEST**
30	**MATERIAL_MUSIC_REPORT**
70	**PROGRAMMES_EXCHANGE**
61	**VISAN_REGISTRATION_DETAILS**
77	**MOBS_EXCHANGE**

6. Una possibile realizzazione del Technology Layer: P_META XML

Si è rapidamente compreso che la tecnologia XML risulta particolarmente consigliabile per lo scambio di metadati, sia per la generale disponibilità di strumenti software (ad es. librerie) per l'interfacciamento con svariati tipi di sistemi, come i database, sia per il suo continuo consolidarsi nel corso degli ultimi anni, con un accresciuta considerazione da parte degli addetti ai lavori.

In uno scambio d'informazioni per mezzo di XML le istanze di dati sono trasferite all'interno di "documenti" XML, la cui sintassi non solo deve rispettare le regole generali dello standard XML, ma anche deve essere conforme ad un modello di riferimento specifico, la conoscenza del quale permette la corretta interpretazione dei dati scambiati.

Nei casi relativamente più complessi, come il P_META, il modello di riferimento viene definito in un *XML Schema*: si è scelto di realizzarne uno tale da garantire il mantenimento della semantica P_META, consentendo nello stesso tempo una codifica priva di ambiguità.

Il Centro Ricerche Rai è stato il principale attore nell'ambito di questa attività il cui risultato finale è stata la pubblicazione del "*P_META XML Schema*", attuale riferimento unico per gli scambi P_META con tecnologia XML.

Nell'ambito di questa attività, la principale preoccupazione è stata quella di garantire la certezza di ricoprire tutto l'insieme di definizioni, evitando, nello stesso tempo, l'introduzione di errori da parte di un operatore umano. Si è quindi optato per uno strumento per la creazione automatica del "*P_META XML Schema*" a partire dalle definizioni P_META raccolte in un database specifico. Questa metodologia, oltre a garantire di non interferire in nessun modo con gli aspetti semantici, fornisce certezza del risultato, anche in vista di possibili aggiornamenti dello standard.

7. Strumenti applicativi

In uno scenario di scambio d'informazioni P_META non sono assolutamente evitabili gli oneri dati dal dover assimilare i concetti dello standard, prima, e poi configure mappature e impostare servizi in grado di fornire/ricevere le informazioni richieste/selezionate.

Per facilitare tali operazioni, il Centro Ricerche Rai ha sviluppato i "***pmetatools***", una coppia di applicazioni Java che consentono la creazione effettiva di documenti conformi allo standard P_META (EBU Tech. 3295), su tecnologia XML.

7.1 pmetatools: *Mapper*

Il "*Mapper*" è realizzato per costituire il motore principale dello scambio d'informazioni.

Guidato da direttive di mappatura date in ingresso di cui è l'interprete, il "*Mapper*" reperisce le informazioni richieste dalle sorgenti all'interno dell'organizzazione, esegue o invoca ogni necessaria elaborazione intermedia, e produce in uscita documenti XML contenenti istanze P_META.

Il campo d'applicazione è l'estrazione e l'esportazione automatica d'informazioni.

I possibili tipi di sorgente d'informazione sono: database, file XML, servlet (cioè servizi rispondenti a chiamate http), nonché valori fissi o parametrici.

7.2 pmetatools: MapDirEdit

Il "*MapDirEdit*" è fondamentalmente un editor grafico finalizzato alla costruzione delle direttive di mappatura da dare in ingresso al "*Mapper*". Tali direttive sono salvate in un opportuno formato XML per cui, conoscendo i dettagli sintattici, potrebbero essere compilate con un editor qualsiasi. L'utilizzo del "*MapDirEdit*", tuttavia, consente all'operatore di avere a disposizione degli strumenti d'aiuto alla compilazione, come moduli a scelta guidata e visualizzazione grafica dell'albero degli elementi d'informazione, che gli consentono di svolgere il proprio compito più efficacemente.

7.3 pmetatools: disponibilità

I "***pmetatools***" sono stati realizzati presso Centro Ricerche Rai e sono stati resi disponibili a tutti gratuitamente, nella speranza di coinvolgere chiunque sia interessato a contribuire a futuri miglioramenti con la condivisione delle idee e dell'esperienza al riguardo.

A questo scopo è stata adottata come licenza di distribuzione la "*GNU – General Public License*" (GPL).

Informazioni d'approfondimento e l'accesso al software si trovano all'indirizzo: www.crit.rai.iti/attività/pmetatools.

8. Esempi di applicazioni

8.1 Progetto di scambio programmi Rai-RaiClick

Fin dall'inizio del 2002 la Rai e RaiClick hanno in corso un'attività di scambio programmi nella quale gli archivi Rai (Teche) forniscono programmi a RaiClick destinati ad essere pubblicati su Internet a banda larga, in un servizio di tipo "TV on demand".

In questo contesto il ruolo giocato dai metadati è cruciale al fine di consentire una rapida ed efficace riaggregazione dei contenuti e rendere quindi interessanti i servizi a banda larga per i consumatori.

Occorre sottolineare che si tratta qui di uno scenario tipicamente "business-to-business", infatti Rai e RaiClick sono due società distinte con sistemi di gestione dei programmi indipendenti e ben differenziati.

Questo progetto è stato basato sulla versione preliminare di P_META (la cosidetta versione 0.9) ed ha perciò costituito uno dei più importanti banchi di prova per lo standard , che ha così beneficiato di importanti riscontri alla base di molti dei miglioramenti apportati nella versione 1.0.

Inoltre alcuni degli strumenti d'ausilio, come i "pmetatools", sono stati progettati e realizzati preliminarmente proprio nell'ambito di questo progetto.

Il successo di questa attività è dimostrato anche dal fatto che gli scambi sono ancora in servizio, a costi di esercizio molto ragionevoli e senza necessità di modifiche, ad un ritmo di circa 100 ore di materiale al mese.

8.1.1 Informazioni scambiate

In questa applicazione l'identificazione dei programmi è data da identificatori numerici, titoli, lista dei contributori.

La descrizione è data complessivamente da una sinossi oppure, più in dettaglio per ogni elemento editorialmente interessante (programme item). A questo si aggiungono durata, classificazione, pubblicazioni precedenti, etc.Le informazioni tecniche raccolgono nomi di file, formati e bit-rate di codifica.

I diritti concessi sono in questo caso noti a priori e generalmente non vengono ripetuti nelle singole istanze scambiate.

8.1.2 Flusso di scambio

Il flusso dello scambio è stato progettato in modo generale e potrebbe quindi essere adottato allo stesso modo da altri partner per applicazioni con uno scenario simile.

Si prevede che RaiClick dia inizio alla transazione con una richiesta per un insieme di materiale (identificatori e titoli sono sufficienti).

Gli archivi Rai svolgono quindi una verifica, tesa principalmente al controllo della possibilità di concessione dei diritti, e risponde con una dichiarazione di disponibilità.

RaiClick a sua volta verifica se il materiale disponibile risponde alle proprie esigenze, prima di confermare una richiesta esecutiva di materiale.

La ricezione della richiesta definitiva scatena presso Rai la preparazione del materiale audio-video e il completamento dei metadati; il flusso di lavoro si conclude con la consegna del tutto mentre i metadati P_Meta XML sono spediti per posta elettronica.

8.2 Distribuzione di contributi News

In corso di realizzazione è un'applicazione di distribuzione di contributi per notiziari, dove il materiale audio-video è accompagnato/preceduto dai metadati associati che includono tra l'altro: descrizioni di immagini, suono e dell'avvenimento complessivo, informazioni sulla località dell'avvenimento, data di ripresa, autori del servizio, condizioni di distribuzione e di utilizzo.

In questo caso i dati vengono inizialmente caricati su un database, dal quale saranno estratti automaticamente e resi disponibili per la pubblicazione agli utenti del servizio come documenti XML. Per l'applicazione è previsto l'impiego dei "pmetatools".

8.2.1 Variante con i metadati "embedded"

La variante del servizio in questione prevede la consegna del materiale audio-video sotto forma di file MXF, con l'incapsulamento dei metadati associati all'interno dello stesso file.

9. Conclusioni

L'articolo ha raccolto le notizie utili ad inquadrare correttamente l'ambito, gli obiettivi ed i risultati dello standard EBU Tech. 3295, meglio noto come P_META.

Per il Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica della Rai il coinvolgimento alla realizzazione di questo standard ha costituito l'occasione per maturare un'esperienza di grande valore, che potrà tornare utile in futuro per l'intera azienda.

Si è voluto particolarmente comunicare come il tema dei metadati, quando trattato con la dovuta consapevolezza, fornisce effettivamente elementi utili alla comprensione dei problemi di gestione del materiale e del patrimonio audiovisivo.